

Aus der
Ambulatorischen und Geburtshilflichen Tierklinik
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

und dem
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Beifütterung von Ferkelmilch in der Abferkelbucht: Einflüsse auf die Leistung und Gesundheit von Sauen und ihren Ferkeln

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.)
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Universität Leipzig

eingereicht von
Anna Josefine Pustal
aus Gera

Leipzig, 2014

Mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Dekan: Prof. Dr. Manfred Coenen

Betreuer: Prof. Dr. Johannes Kauffold
Ambulatorische und Geburtshilfliche Tierklinik
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

Prof. Dr. Nicole Kemper
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Gutachter: Prof. Dr. Johannes Kauffold
Ambulatorische und Geburtshilfliche Tierklinik
Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Leipzig

Prof. Dr. Nicole Kemper
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Prof. Dr. Martin Wähner
Fachbereich 1: Landwirtschaft, Ökotrophologie und Landschaftsentwicklung
Hochschule Anhalt, Bernburg

Tag der Verteidigung: 17. Juni 2014

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VI
TABELLENVERZEICHNIS	VIII
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	XI
1 EINLEITUNG	1
2 LITERATUR.....	3
2.1 Historie und aktueller Trend der Fruchtbarkeitsleistung.....	3
2.2 Gesäuge der Sau.....	4
2.2.1 Anatomie und Histologie	4
2.2.2 Anzahl der Zitzen je Sau	5
2.2.3 Ausprägung des Milchdrüsengewebes.....	5
2.2.4 Die Milchdrüse in der Laktation.....	5
2.2.5 Involution der Milchdrüse	6
2.2.6 Milchleistung der Sau	6
2.3 Säugeverhalten	9
2.3.1 Ablauf des Saugaktes	9
2.3.2 Säugephasen während der Laktationsperiode	9
2.3.3 Säugeordnung am Gesäuge	10
2.4 Sauenmilch	10
2.4.1 Laktationsphasen der Sau.....	10
2.4.2 Bakterienspektrum der Sauenmilch	12
2.5 Gesäugekrankheiten der laktierenden Sau	12
2.5.1 Angeborene und erworbene Veränderungen.....	12
2.5.2 Mastitis.....	13

2.5.3 Bakterienvorkommen.....	16
2.6 Fütterungsstrategien für die Sau.....	17
2.6.1 Energiebedarf und Umfang der Futteraufnahme	17
2.6.2 Einflüsse auf die Menge der Futteraufnahme.....	18
2.7 Körperkondition der Sau.....	19
2.7.1 Bedeutung und Erfassung	19
2.7.2 Einfluss der Wurfgröße auf die Körperkondition	21
2.7.3 Einfluss der Körperkondition auf die Fruchtbarkeit	22
2.8 Wachstum der Ferkel	22
2.9 Mortalität der Ferkel	23
2.10 Management großer Würfe	24
2.10.1 Grundlage des Versetzens und der Ammentechik	24
2.10.2 Wurfausgleich durch Versetzen.....	24
2.10.3 Ammensysteme	25
2.11 Beifütterung der Ferkel	27
2.11.1 Beifütterung von Prestarter	27
2.11.2 Milchbeifütterung	27
3 TIERE, MATERIAL UND METHODEN	31
3.1 Ziel des Versuches	31
3.2 Zeitraum und Ort der Durchführung	31
3.3 Versuchstiere.....	31
3.3.1 Übersicht	31
3.3.2 Einteilung in Versuchs- und Kontrollgruppen	31
3.3.3 Haltung der Versuchstiere	31
3.3.4 Messung der Umgebungstemperatur im Stall	35
3.4 Gesundheitsmanagement	35
3.4.1 Sauen.....	35

3.4.2 Ferkel	36
3.5 Technik der Milchbeifütterung	37
3.5.1 Aufbau des Systems.....	37
3.5.2 Anmischen der Milch.....	37
3.5.3 Reinigungsvorgang	38
3.6 Erfasste Parameter der Ferkel	39
3.6.1 Datenerfassung nach der Geburt.....	39
3.6.2 Wurfausgleich.....	39
3.6.3 Körpergewichte	39
3.6.4 Gesundheitsparameter.....	40
3.6.5 Mortalität	41
3.6.6 Verbrauch des Milchaustauschers	41
3.6.7 Verbrauch des Prestarters.....	41
3.7 Erfasste Parameter der Sauen.....	42
3.7.1 Parameter aus dem Sauenplaner	42
3.7.2 Körperkondition.....	42
3.7.3 Messung der Futteraufnahme	43
3.7.4 Bonitur des Gesäuges.....	44
3.7.5 Klinische Untersuchung	45
3.7.6 Fruchtbarkeitsparameter.....	46
3.8 Bakteriologische Untersuchung der Milchproben.....	46
3.8.1 Entnahme der Sauenmilchproben	46
3.8.2 Entnahme der Tankmilchproben	46
3.8.3 Entnahme der Proben aus dem Wasserhahn	47
3.8.4 Mikrobiologische Auswertung der Sauen- und Tankmilchproben.....	47
3.9 Stalltemperatur	48
3.10 Statistische Analyse der Daten.....	49
4 ERGEBNISSE	53
4.1 Einfluss der Milchbeifütterung auf die Ferkel.....	53

4.1.1 Umfang des Datensatzes	53
4.1.2 Körpermassenentwicklung bei Versuchs-, Kontroll- und Ammenferkeln sowie bei gedrenchten Ferkeln	53
4.1.3 Gesundheitsparameter	56
4.1.4 Mortalität	57
4.1.5 Verbrauch des Milchaustauschers	58
4.1.6 Verbrauch des Prestarters	60
4.2 Einfluss der Milchbeifütterung auf die Sauen	61
4.2.1 Umfang des Datensatzes	61
4.2.2 Wurffklasse	61
4.2.3 Leistungsparameter	62
4.2.4 Körperkondition	63
4.2.5 Menge der Futteraufnahme	65
4.2.6 Bonitur des Gesäuges	65
4.2.7 Gesundheitsparameter	68
4.2.8 Fruchtbarkeitsparameter	70
4.2.9 Bakteriologische Untersuchung der Sauenmilch	70
4.3 Sonstige erfasste Parameter	74
4.3.1 Bakteriologische Untersuchung der Tankmilchproben	74
5 DISKUSSION	76
5.1 Ziel der Studie	76
5.2 Tiere, Material und Methoden	76
5.3 Auswirkung der Milchbeifütterung auf die Ferkel	77
5.3.1 Körpermasseentwicklung der Ferkel	77
5.3.2 Gesundheitsparameter	79
5.3.3 Mortalität	79
5.3.4 Säugefrequenz	80
5.3.5 Verbrauch des Milchaustauscher	81
5.3.6 Verbrauch des Prestarter	82
5.4 Auswirkung der Milchbeifütterung auf die Sauen	83

5.4.1 Wurfklasse	83
5.4.2 Leistungsparameter	83
5.4.3 Körperkondition.....	84
5.4.4 Futteraufnahme	86
5.4.5 Bonitur des Gesäuges.....	86
5.4.6 Gesundheitsparameter	87
5.4.7 Fruchtbarkeitsparameter.....	88
5.4.8 Bakteriologische Analyse der Sauenmilch.....	89
5.5 Bakteriologische Untersuchung der Tankmilch	91
5.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung	91
6 ZUSAMMENFASSUNG.....	93
7 SUMMARY	95
8 LITERATURVERZEICHNIS.....	97
9 ANHANG	112
10 DANKSAGUNG.....	119

Abkürzungsverzeichnis

agF	abgesetzte Ferkel
AIC	Akaikes Informationskriterium (engl. Akaike information criterion)
BCS	Body-Condition-Score
bspw.	beispielsweise
DNA	Desoxyribonukleinsäure
FIL	Feedback Inhibitor of Lactation
ggf.	gegebenenfalls
ggr.	geringgradig
hgr.	hochgradig
igF	insgesamt geborene Ferkel
IgG	Immunglobulin G
i.m.	intramuskulär
KGW	Körpergewicht
Ld	Lebenstag
lgF	lebend geborene Ferkel
LSM	Least Squares Means (geschätzte Mittelwerte)
ME	metabolische Energie (umsetzbare Energie)
mgr.	mittelgradig
MMA	Mastitis-Metritis-Agalaktie
Op.	Operation
PCV	Porcines Circovirus
p.p.	post partum
PDS/PPDS	Postpartales Dysgalaktie Syndrom
REML	Residual Maximum Likelihood

SE	Standard Error (Standardfehler)
STD	Standardabweichung
SuJ	Sau und Jahr
tgF	tot geborene Ferkel
UCP-1 Gen	Uncoupling Protein-1 Gen

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der Inhaltsstoffe des Kolostrums und der reifen Sauenmilch in Prozent (Quelle: modifiziert nach DARRAGH und MOUGHAN (1998)).	12
Tabelle 2: Schema der Ursachen für eine medikamentelle Therapie der Ferkel.	40
Tabelle 3: Schema der Bonitur des Auftretens von Durchfall.	41
Tabelle 4: Schema der Einteilung der Ferkelverluste nach ihren Ursachen.	41
Tabelle 5: Boniturschema der Gesäugekomplexe beim Ein- und Ausstallen	44
Tabelle 6: Einteilung der Würfe in Wurfklassen	49
Tabelle 7: Verwendete (X) fixe Effekte, Kovariablen und zufällige Effekte in Bezug zur verwendeten abhängigen Variable. Als fixe Effekte wurden der Durchgang ($D_i=1, \dots, 15$), die Gruppe (G_j =Versuchsgruppe/Kontrollgruppe), die Parität ($P_k= A (1.+2.\text{Wurf}), B (3.+4.\text{Wurf}), C (5.+6.+7.+8.+9.\text{Wurf})$), das Geschlecht des Ferkels ($G_l=m/w$) und die Laktationswoche bzw. die Zeitspanne der Futterkurve (W_o) verwendet. Als Kovariable dienten ggf. die Anzahl der Tage zwischen der Geburt und der Messung ($Tg_{w_o} * x_{ijklmnopq}$) und als zufälliger Effekt diente die Sau (s_p (genestet innerhalb des Durchganges)) bzw. das Ferkel (f_q).	50
Tabelle 8: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für das Körpergewicht der Ferkel der Versuchs- (VG) und der Kontrollgruppe (KG), der Ferkel unterschiedlichen Geschlechts (männlich/ weiblich) und der Ferkel aus verschiedenen Wurfklassen (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)) nach der Geburt, am 7. und 14. Lebenstag sowie beim Absetzen (27. Lebenstag) in Kilogramm.	53
Tabelle 9: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für die Tageszunahmen der Ferkel der Versuchs- und Kontrollgruppe im Zeitraum A (Geburt bis 7. Ld), B (7. Ld bis 14. Ld), C (14. Ld bis Absetzen) und ABC (Zeitraum Geburt bis Absetzen) in Gramm.	54
Tabelle 10: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) der aus der Versuchs- und Kontrollgruppe an natürliche Ammen versetzten Ferkel nach der Geburt, am 7., 14. Lebenstag und zum Absetzen (27. Lebenstag) in Kilogramm.	55

Tabelle 11: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) der gedrenchten Saugferkel der Versuchsgruppe nach der Geburt, am 7. und 14. Lebenstag sowie beim Absetzen (27. Lebenstag) in Kilogramm.	56
Tabelle 12: Durchschnittlicher Verbrauch an Prestarter (MW \pm STD) der Versuchs- und Kontrollgruppe je Wurf und Tag zwischen dem Lebenstag 7 und 26 in Gramm.	61
Tabelle 13: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für die absolute Anzahl lebend und tot geborener sowie abgesetzter Ferkel der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurffklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)).	62
Tabelle 14: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für den BCS zum Zeitpunkt des Ein- und Ausstallens der Sauen der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurffklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)).	63
Tabelle 15: Geschätzte Mittelwerte (LSM) der Differenzen der Rückenspeckdicken-Messung zwischen zwei aufeinanderfolgenden wöchentlichen Messungen der Versuchs- und Kontrollgruppe in Millimeter.	64
Tabelle 16: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für das Körpergewicht der Sauen zum Zeitpunkt des Ein- und Ausstallens der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurffklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)).	65
Tabelle 17: Bonitur des Gesäuges nach der Geburt und beim Ausstallen bei Sauen der Versuchs- (VG) und der Kontrollgruppe (KG). Angabe der Häufigkeiten mit absoluten Zahlen und in Klammern in Prozent bezogen auf die absolute Anzahl der bonitierten Gesäugekomplexe (n).	67
Tabelle 18: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für die Körpertemperaturen bei der routinemäßigen Messung innerhalb der ersten drei Tage p.p. bei Sauen der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurffklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)). Darstellung der Ergebnisse in Grad Celsius.	68
Tabelle 19: Absolute Häufigkeit der zusätzlichen Messung der Rektaltemperatur der Sauen bei Auffälligkeiten der Sauen und/oder Ferkel (4.-27. Laktationstag).	69
Tabelle 20: Prozentuale Häufigkeitsverteilung einer medikamentösen Behandlung eingeteilt nach Indikation bei Sauen der Versuchs- und der Kontrollgruppe während der Laktation.	69

Tabelle 21: Darstellung der Häufigkeiten (n) der Ursachen der Abgänge bei Sauen der Versuchs- und der Kontrollgruppe.	70
Tabelle 22: Prozentuale Häufigkeit der isolierten Bakterien in den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe (VG) und der Kontrollgruppe (KG). Es werden jeweils die absoluten Häufigkeiten (n) und in Klammern der prozentuale Anteil an den insgesamt entnommenen Milchproben je Gruppe angegeben.	71
Tabelle 23: Prozentuale Häufigkeit der isolierten Bakterien in den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe (VG) und der Kontrollgruppe (KG) zu drei Zeitpunkten der Säugeperiode. Es werden jeweils die absoluten Häufigkeiten (n) und in Klammern der prozentuale Anteil an den insgesamt entnommenen Milchproben je Gruppe angegeben. Der p-Wert zeigt die statistische Signifikanz zwischen beiden Gruppen an.	72
Tabelle 24: Prozentuale Häufigkeit der isolierten Bakterien in den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe (VG) und der Kontrollgruppe (KG) vor und während klinisch diagnostizierter Mastitis. Es werden jeweils die absoluten Häufigkeiten (n) und in Klammern der prozentuale Anteil an den insgesamt entnommenen Milchproben je Gruppe angegeben.	73
Tabelle 25: Übersicht des Bakterienvorkommens in Tankmilchproben (n=25), die 24 Stunden nach dem Anmischen des Milchaustauschers aus dem Tanksystem entnommen wurden. Angabe in absoluten Häufigkeiten und in Prozent in Bezug zu den insgesamt entnommenen Milchproben. ...	75

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der Anzahl abgesetzter Ferkel (AGF) pro Sau und Jahr (SuJ) in Schleswig-Holstein im letzten Jahrzehnt (Quelle: modifiziert nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER und SCHWEINESPEZIALBERATUNG (2012))	4
Abbildung 2: Darstellung der Milchmenge in kg pro Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (modifiziert nach HANSEN et al. (2012))	7
Abbildung 3: Darstellung der Milchmenge in kg pro Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (modifiziert nach WEBER (2012)).....	7
Abbildung 4: Body-Condition-Score nach KLEINE KLAUSING et al. (1998).....	19
Abbildung 5: Milchtasse für die Aufnahme von Ersatzmilch durch die Ferkel der Versuchsgruppe	32
Abbildung 6: Verschluss der Milchleitung durch einen Blindstopfen in der Kontrollgruppe.....	32
Abbildung 7: Abferkelbucht im Versuchsstall. Im Bild unten rechts ist eine installierte Milchtasse zu erkennen.	33
Abbildung 8: Schematische Darstellung der Versuchsbuchten	34
Abbildung 9: Schematische Darstellung des Milchbeifütterungssystems Supp-Le-Milk® (Fa. Boerries, Lindern, Deutschland).....	37
Abbildung 10: Wiegung der Ferkel.....	40
Abbildung 11: Messung des Prestarterverbrauchs je Abferkelbucht	42
Abbildung 12: Messung der Rückenspeckdicke mittels Ultraschall auf Höhe der markierten Messpunkte	43
Abbildung 13: Verlauf der Futterkurve der Sauen am Ende der Trächtigkeit und während der Laktation. Darstellung der verabreichten Futtermenge (in Kilogramm) in Abhängigkeit vom Laktationstag und dem jeweiligen Futter mit dem entsprechenden Energiegehalt (in Megajoule je Kilogramm Futter).....	44
Abbildung 14: Identifizierung von <i>Enterobacteriaceae</i> mittels biochemischen Reaktionen mit dem API 20 E® (Fa. bioMérieux, Nürtingen, Deutschland).	47

Abbildung 15: Durchschnittlicher Temperaturverlauf im Abferkelabteil während der Saison „warm“ (Juli bis Oktober 2011) und „kalt“ (Oktober 2011 bis April 2012) in Grad Celsius.....	48
Abbildung 16: Darstellung der Wachstumskurve aller Saugferkel der Versuchs- und Kontrollgruppe. Es werden der durchschnittliche Verlauf des Wachstums der Ferkel der Versuchs- und der Kontrollgruppe in Kilogramm in Abhängigkeit vom Alter in Lebenstagen abgetragen.....	55
Abbildung 17: Absolute Anzahl der medikamentösen Behandlungen je Indikation und Ferkel im Vergleich zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe während der Säugeperiode (Laktationstag 1 bis 27).....	56
Abbildung 18: Verteilungshäufigkeit der Boniturnoten für das Auftreten von Diarrhoe in der Versuchs- und Kontrollgruppe in Prozent aller vergebenen Boniturnoten im Verlauf der Laktation (Laktationstag 1 bis 27).	57
Abbildung 19: Vergleich der Häufigkeiten des Auftretens der Verlustursachen zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe während der Säugeperiode (Laktationstag 1 bis 27).....	58
Abbildung 20: Anteil der jeweiligen Verlustursachen am gesamten Verlust der gedrenchten Ferkel in Prozent.	58
Abbildung 21: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) des durchschnittlichen Milchverbrauches je Versuchsdurchgang und Laktationstag der Versuchsgruppe in Kilogramm in Abhängigkeit vom Laktationstag.	59
Abbildung 22: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) des durchschnittlichen Milchverbrauches je Versuchsdurchgang und Tag zwischen den Versuchsdurchgängen in Kilogramm.	59
Abbildung 23: Boxplot zur Darstellung des Verbrauches von Milchpulver je Wurf und Tag zwischen dem Zeitraum „warm“ und „kalt“ in Gramm. In der Box sind 50 % der Beobachtungswerte enthalten. Die schwarze Linie in der Box stellt den Median dar und das Viereck den Mittelwert. Die Enden der von den Boxen nach oben und unten führenden Striche zeigen den minimalen und den maximalen Wert an.	60
Abbildung 24: Durchschnittlicher Prestarterverbrauch (MW) je Wurf und Tag der Versuchs- und Kontrollgruppe zwischen Laktationstag 7 und 26 in Gramm.	61

Abbildung 25: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) des gesamten Wurfgewichtes im Vergleich zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe zur Geburt und beim Absetzen in Kilogramm.	63
Abbildung 26: Darstellung der Rückenspeckdicken-Abnahme je Laktationswoche zwischen dem Ein- und Ausstallen in Millimeter.	64

1 Einleitung

Ansteigende Kosten setzen Ferkelproduzenten zunehmend unter Druck (CLOPPENBURG 2012). Jeder Ferkelproduzent ist gezwungen so wirtschaftlich wie möglich zu produzieren, um eine große Anzahl von gesunden Ferkeln verkaufen zu können (WEBB 1998).

Die Grundlagen für den wirtschaftlichen Erfolg der Ferkelproduzenten werden bereits im Abferkelstall gelegt. Aus diesem Grund wurde in den letzten Jahrzehnten besonders die Zucht auf hoch fruchtbare Sauen vorangetrieben (SANDØE et al. 2012). Im Ergebnis sind in einem Großteil der Sauenställe eine sehr gute Sauenfruchtbarkeit und große Würfe (SANDØE et al. 2012) zu beobachten. An die erfolgreiche Reproduktion schließt sich allerdings als weitere Herausforderung das Management großer Würfe an.

Obwohl Sauen mehr Milch produzieren, je größer der Wurf wird (AULDIST et al. 1998) und ihr Milchangebot der Nachfrage anpassen (ALGERS und JENSEN 1985), geraten sie mit einer großen Anzahl zu saugender Ferkel an ihre Leistungsgrenzen (KING 2000). Infolgedessen nehmen die negativen Effekte wie Mortalität und verringerte Tageszunahmen der Saugferkel großer Würfe zu (ANDERSEN et al. 2011, VASDAL et al. 2011). Um die Aufzucht der Saugferkel, welche die Sau nicht alleine aufziehen kann, bis zum Absetzen zu sichern und zu unterstützen werden in ferkelerzeugenden Betrieben verschiedene Ammensysteme eingesetzt (KNOOP 2009).

Zu diesem Zweck rückt insbesondere die automatische Beifütterung von Ersatzmilch in der Abferkelbucht zusätzlich zur Sauenmilch in den Fokus des Interesses, da sie eine Möglichkeit zur Aufzucht einer größeren Anzahl von Ferkeln ohne Trennung von der Sau darstellt. Dadurch kann die Aufzucht gemäß Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV §27 Abs1) erfolgen. Zudem kann ein reduziertes Versetzen von Ferkeln untereinander und an Ammensauen die horizontale und vertikale Übertragung von Krankheiten reduzieren. In vorhergehenden Studien wurde bereits nachgewiesen, dass die Milchbeifütterung zu einem Anstieg der Absetzgewichte der Ferkel führt (AZAIN et al. 1996, KING et al. 1998, WOLTER et al. 2002). Weiterhin wurde aufgezeigt, dass kein Einfluss der Milchbeifütterung auf die Futteraufnahme der Sauen (AZAIN et al. 1996, KING et al. 1998) und den Verlust der Rückenspeckdicke der Sauen im Verlauf der Laktation (KING et al. 1998) besteht. Der Einfluss der Beifütterung von Ferkelmilch auf die Gewichtsabnahme der Sauen während der Laktation wird widersprüchlich betrachtet (AZAIN et al. 1996, KING et al. 1998). Im Rahmen dieser genannten Studien wurde die Ersatzmilch jedoch manuell über Plastikbehältnisse in der Abferkelbucht angeboten und bis maximal zwölf Ferkel an den Sauen belassen (AZAIN et al. 1996, KING et al. 1998, WOLTER et al. 2002). Zudem wurde vorrangig der Einfluss der Beifütterung auf die Leistungsparameter, und nicht auf die Gesundheit der Sauen und ihrer Ferkel untersucht.

Dabei wächst jedoch insbesondere vor dem Hintergrund ansteigender Wurfgrößen das Interesse an weiteren, aktuellen Analysen des Effektes einer Milchbeifütterung in der Abferkelbucht auf die Leistung, und vor allen Dingen auch auf die Gesundheit von Sauen und ihren Ferkeln.

Allgemeines Ziel der vorliegenden Studie ist daher die Untersuchung und Bewertung der automatischen ad libitum Beifütterung von Ersatzmilch in der Abferkelbucht. So ist bislang ungeklärt, ob bei einer Milchbeifütterung der Ferkel die Körpergewichtszunahme ebenfalls bei der Aufzucht einer größeren Anzahl von Ferkeln, als bislang in Studien zur Milchbeifütterung geprüft wurde (AZAIN et al. 1996, KING et al. 1998, WOLTER et al. 2002), erhöht ist. Des Weiteren ist fraglich, ob und inwieweit eine Milchbeifütterung mit dem Absinken der in großen Würfen gestiegenen Ferkelmortalität (TAEUBERT und HENNE 2003), und der durchgeführten Medikationen einhergeht. Auch die Auswirkung der Milchbeifütterung auf die Sauenkondition und im Folgenden auf die Fruchtbarkeit ist unbekannt. Zudem wurde in wissenschaftlichen Studien bisher nicht untersucht, ob eine Milchbeifütterung zu einer besseren Gesäugegesundheit von Sauen milchbeigefütterter Würfe führt. Es wird hypothetisiert, dass die durch die Milchbeifütterung zusätzlich gestärkten Ferkel das Gesäuge der Sau besser leersaugen. Somit soll im Gesäuge der Sau eine geringere Menge an Restmilch vorhanden sein, was wiederum ein reduziertes Bakterienspektrum in der Sauenmilch zur Folge haben könnte.

Spezielle Ziele dieser Arbeit waren somit die Bestätigung oder Widerlegung folgende Hypothesen:

Die Ferkel der milchbeigefütterten Gruppe:

- weisen höhere Tageszunahmen und Absetzgewichte auf.
- zeigen eine niedrigere Varianz in den Absetzgewichten.
- haben signifikant geringere Verluste und medikamentöse Behandlungen.

Die Sauen der milchbeigefütterten Gruppe:

- zeigen signifikant niedrigere Verluste des Body-Condition-Score, der Rückenspeckdicke und des Gewichts.
- besitzen eine bessere Gesäugegesundheit und ein geringeres Bakterienspektrum in der Sauenmilch.
- zeigen geringere Umrauschquoten und eine frühere Rausche.

Des Weiteren sollten Aussagen zum hygienischen Status des Milchtassensystems und der angeschlossenen Rohrleitungen und Behälter getroffen werden.

2 Literatur

2.1 Historie und aktueller Trend der Fruchtbarkeitsleistung

Das Schwein (*Sus scrofa domestica*) wurde bereits vor circa 9.000 Jahren im Nahen Osten domestiziert (LARSON et al. 2005) und gehört damit zu einem der ältesten Haustiere des Menschen. Einer der Hauptgründe für die Domestikation war die kontinuierliche Bereitstellung einer Eiweißquelle zur Ernährung der Menschen (JONES 1998). Durch die Domestikation unterschied sich das Hausschwein vom Wildschwein im zunehmenden Maße nicht nur durch eine reduzierte Körpergröße und die verminderte Aggressivität, sondern auch durch eine verbesserte Fruchtbarkeit (FALKENBERG und HAMMER 2006). Die Besonderheit des domestizierten Schweines polyöstrisch zu sein und eine große Ferkelzahl zu gebären, fand schon in der griechischen Antike unter Plutarch und Aristoteles Anerkennung (FALKENBERG und HAMMER 2006).

Im Laufe der Zeit wandelten sich die Marktanforderungen an Schweinefleisch. Heute ist die Schweinezucht und -haltung vor allem gefordert, mageres Schweinefleisch zu minimalen Kosten zu produzieren (WEBB 1998). Neben der Zucht auf einen erhöhten Magerfleischanteil, einer guten Futterverwertung und einem optimalen Schlachtkörperwert wird besonderes Augenmerk auf eine gute Fruchtbarkeitsleistung gelegt (WEBB 1998). Dabei sollen insbesondere ansteigende Wurfgrößen die Effektivität der Ferkelproduktion verbessern und den wirtschaftlichen Erfolg vergrößern (RUTHERFORD et al. 2011). Die Anzahl abgesetzter Ferkel (agF) stellt eine wichtige Kennzahl hinsichtlich der Fruchtbarkeit in Ferkel produzierenden Betrieben dar (LUND et al. 2002). In Abbildung 1 ist die steigende Tendenz der agF im letzten Jahrzehnt am Beispiel von Schweinebeständen in Schleswig-Holstein dargestellt. Dies entspricht dem allgemeinen Trend in der Ferkelproduktion, der besonders in den letzten 15 Jahren in Deutschland und einer Vielzahl mitteleuropäischer Länder, wie Dänemark, Niederlande und Frankreich, forciert wurde (RUTHERFORD et al. 2011).

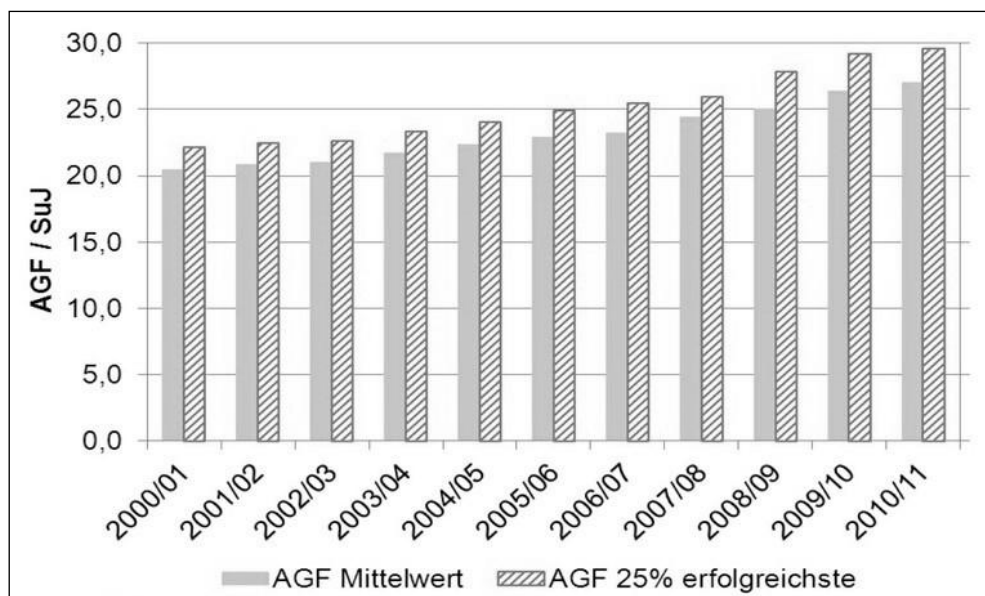


Abbildung 1: Darstellung der Anzahl abgesetzter Ferkel (AGF) pro Sau und Jahr (SuJ) in Schleswig-Holstein im letzten Jahrzehnt (Quelle: modifiziert nach LANDWIRTSCHAFTSKAMMER und SCHWEINESPEZIALBERATUNG (2012))

2.2 Gesäuge der Sau

2.2.1 Anatomie und Histologie

Die Milchdrüse der Sau setzt sich aus mehreren Mammarkomplexen zusammen und ist bilateral symmetrisch parallel der Medianlinie an der ventralen Rumpfwand befestigt (BRAGULLA et al. 1999). Dabei dienen die Abspaltungen eines oberflächlichen und tiefen Blattes der äußeren Rumpffaszie als Aufhängung (BRAGULLA et al. 1999). Die Mammaleiste erstreckt sich beim Schwein von thorakal bis inguinal und umfasst mindestens sieben Mammarkomplexe je Körperseite (BRAGULLA et al. 1999, GEYER 2008). Ein Mammarkomplex besteht dabei aus einem Drüsenkörper und einer Zitze (BRAGULLA et al. 1999). Die haarlose Zitze des Schweins entspringt aus dem Drüsenkörper und kann eine Länge von 1 bis 5 cm aufweisen (IBEN 2003). Es ist zu beachten, dass sie im Gegensatz zum Rind, nicht über einen Schließmuskel an der Zitzenöffnung verfügt (MARTINEAU et al. 2012). Der milchbildende Teil des Mammarkomplexes ist wiederum über einen Milchgang mit einer Öffnung an der Zitze verbunden (MARTINEAU et al. 2012). Dabei existieren zumeist mehrere eigenständige Drüsensysteme je Mammarkomplex, die in die Zitze münden (MARTINEAU et al. 2012). Nach RZĄSA et al. (2005) schwankt die Anzahl dabei zwischen ein bis drei Zitzenkanälen, die in die Zitze des Schweines führen. Dabei weisen 90,5 % der Zitzen zwei Kanäle auf (RZĄSA et al. 2005).

Histologisch zeigt der Drüsenkomplex einen tubuloalveolären Aufbau (BRAGULLA et al. 1999). Zur Milchbildung befähigt sind hierbei Epithelzellen, die Laktozyten (MARTINEAU et al. 2012). Sie liegen einer Basalmembran auf, unter welcher sich Myoepithelzellen befinden

(BRUCKMAIER 2010). Diese besitzen Oxytocinrezeptoren, so dass nach Bindung dieses Proteohormons eine Muskelkontraktion zur Milchabgabe stattfindet (BRUCKMAIER 2010).

2.2.2 Anzahl der Zitzen je Sau

Nach der Geburt ihres Wurfes säugt die Sau eine große Anzahl an Ferkeln. Dabei stellt die Anzahl der vorhandenen Zitzen eine wichtige Ausgangsgröße dar, um die mögliche Aufzuchtleistung einer Sau zu bewerten (KIM et al. 2004). So wird die Anzahl der Ferkel, welche die Sau in der Lage ist aufzuziehen, über die Anzahl der vorhandenen funktionsfähigen Zitzen determiniert (DALL'OLIO et al. 2012, KIM et al. 2004). Nach einer Studie von KIM et al. (2005) wird neben der Anzahl der agF aber auch die Anzahl der insgesamt geborenen Ferkel (igF) zum Zeitpunkt der Geburt von der vorhandenen Anzahl der Zitzen bestimmt. Züchtern wird aus diesen Gründen empfohlen, Sauen mit mindestens 14 Zitzen zu selektieren (KIM et al. 2005). In Bezug zur Aufzucht von Ferkeln hoch fruchtbarer Sauengenetiken legen Zuchtunternehmen zunehmend Wert auf die Anzahl funktionsfähiger Zitzen und die Gesäugequalität (HÜHN 2010).

2.2.3 Ausprägung des Milchdrüsengewebes

Das Milchdrüsengewebe der Jungsauen wird ab dem 90. Trächtigkeitstag angebildet, wobei besonders das in den Ovarien produzierte Östrogen eine Rolle spielt (HURLEY 2001). So ist ab Tag 90 der Trächtigkeit histologisch kaum mehr Fettgewebe in der Milchdrüse vorhanden (KENSINGER et al. 1982), sondern ein tubuloalveolärer Grundaufbau nachzuweisen (BRAGULLA et al. 1999). Es schließt sich die Phase der Laktogenese an. Ab Trächtigkeitstag 105 ist, bedingt durch einen steigenden Östrogenspiegel und einem sinkenden Progesteronspiegel, eine erhöhte metabolische Aktivität der Milchdrüse nachweisbar (KENSINGER et al. 1982). Neben Östrogen und Progesteron wird zudem Relaxin, besonders im letzten Teil der Trächtigkeit, ein stimulatorischer Effekt auf das Wachstum des Milchdrüsengewebes und die Abnahme des Fettgewebes zugeschrieben (HURLEY et al. 1991). Das Proteohormon Prolaktin bewirkt zusätzlich besonders zum Ende der Trächtigkeit eine Ausdifferenzierung des Milchdrüsengewebes. So stellten FARMER et al. (2000) fest, dass unter Gabe von Bromocriptin, einem Prolaktinantagonisten, zwischen Trächtigkeitstag 110 und der Geburt, das Milchdrüsengewebe von Jungsauen signifikant geringer ausgeprägt war als in der Kontrollgruppe. Dies führte zu signifikant schlechteren Zunahmen der Ferkel dieser Sauen (FARMER et al. 2000).

2.2.4 Die Milchdrüse in der Laktation

Die Gesamtgröße der Milchdrüse nimmt während der Laktation progressiv zu. So wurden in einer Studie von KIM et al. (1999) die Feucht- und Trockengewichte sowie die Gesamtfläche der einzelnen Gesäugekomplexe erfasst. Im Zeitraum zwischen dem 5. und 21. Laktationstag wurde dabei eine mittlere Gewichtszunahme von etwa 210 g je Drüsenkomplex gemessen (KIM et al. 1999). Weiterhin konnte eine Hyperplasie der Laktozyten anhand eines linearen Anstieges des DNA-Gehalts im Verlauf der Laktation nachgewiesen werden (KIM et al. 1999). Für die Aufrechterhaltung der Laktation beim Schwein ist unter anderem das Hormon Prolaktin zuständig,

wie FARMER et al. (1998) in einer Studie nachwiesen. Saugferkel von Sauen, die auch während der Laktation Bromocriptin, einen Prolaktinantagonisten erhielten, wiesen schlechtere Zunahmen auf.

2.2.5 Involution der Milchdrüse

Mit Sistieren des Milchentzugs, bspw. nach dem Absetzen, beginnt die Involution der Milchdrüse (FORD et al. 2003). Dieser Prozess wird durch eine Veränderung der Form und Histologie des Gewebes sowie von einer Veränderung des Sekretes und einem Verlust der Laktozyten begleitet (FORD et al. 2003). Dabei schrumpft die Fläche des Drüsengewebes in den ersten zwei Tagen nach dem Absetzen um etwa 25 % (FORD et al. 2003). Das entspricht etwa der Hälfte der Fläche, um die das Milchdrüsengewebe in der Woche nach dem Absetzen abnimmt (FORD et al. 2003). Während der Sägeperiode ist ein kontinuierlicher Milchentzug wichtig, um die Laktation aufrecht zu halten (KIM et al. 2001). Dabei führt die Stimulation des Gesäuges durch den Saugakt zu einem Anstieg des Blutflusses in Richtung des Gesäuges und somit zu einem vermehrten Anfluten von Hormonen wie Prolaktin (ALGERS und JENSEN 1991). Ferner spielt nach WILDE et al. (1995) der autokrine Mechanismus des Proteins FIL (Feed Back Inhibitor of Lactation), welches die lokale Milchproduktion absenkt, eine entscheidende Rolle. Es wird von sekretorischen Zellen sezerniert (WILDE et al. 1999). Während die Menge des vorhandenen Faktors in der Milch bei Milchentzug sinkt, akkumuliert er bei Milchstasis in der Milchdrüse (WILDE et al. 1995). Dadurch wird eine weitere Milchproduktion unterdrückt und es findet nach kurzer Zeit eine Apoptose der Epithelzellen des Milchdrüsengewebes statt (WILDE et al. 1999). Aus diesem Grund ist ein kontinuierlicher und häufiger Milchentzug für die Aufrechterhaltung der Milchsekretion wichtig (WILDE et al. 1995).

2.2.6 Milchleistung der Sau

Die Laktationskurve der Sau steigt bis etwa drei Wochen post partum (p.p.) an, erreicht dann ihr Maximum und sinkt anschließend ab (KING 2000), wie aus Abbildung 2 und 3 ersichtlich. Zur Messung der Milchmenge dienen entweder die Wiegen-Säugen-Wiegen Methode oder die Deuteriumoxid-Methode (HANSEN et al. 2012). Bei der Wiegen-Säugen-Wiegen Methode werden die Ferkel vor und nach dem Säugen gewogen und die Gewichts Differenz als aufgenommene Milchmenge angenommen, wobei eventuelle Abweichungen wie ein Urinverlust dokumentiert und einberechnet werden (PETTIGREW et al. 1985). Bei der Anwendung der Deuteriumoxid-Methode wird dem Ferkel Deuteriumoxid (D_2O) injiziert und im Anschluss über die Entnahme von mehreren Blutproben vor und nach dem Säugen der Grad der Verdünnung des gesamten Körperwassers gemessen (PETTIGREW et al. 1985), welcher Rückschluss auf die aufgenommene Milchmenge der Ferkel gibt (PLUSKE et al. 1997). Weiterhin besteht die Möglichkeit, die Milchleistung von Sauen mithilfe einer melkenden Maschine zu ermitteln (GRÜN et al. 1993). In einer metaanalytischen Studie von HANSEN et al. (2012) wurde die mittlere Milchleistung von Sauen auf Grundlage von 18 vorhergehenden Studien, in denen die Milchleistung mittels Wiegen-Säugen-Wiegen Methode oder der Deuteriumoxid-Methode gemessen wurde, anhand eines Modells geschätzt (Abbildung 2).

Dabei betrug die mittlere maximale Milchleistung 9,2 kg je Sau am Laktationstag 18,7 (HANSEN et al. 2012). Zu berücksichtigen ist allerdings, dass die Milchleistung moderner Sauengenetiken mit bis zu durchschnittlich 12 kg Sauenmilch pro Tag (Abbildung 3) deutlich höher liegen kann (WEBER (2012)).

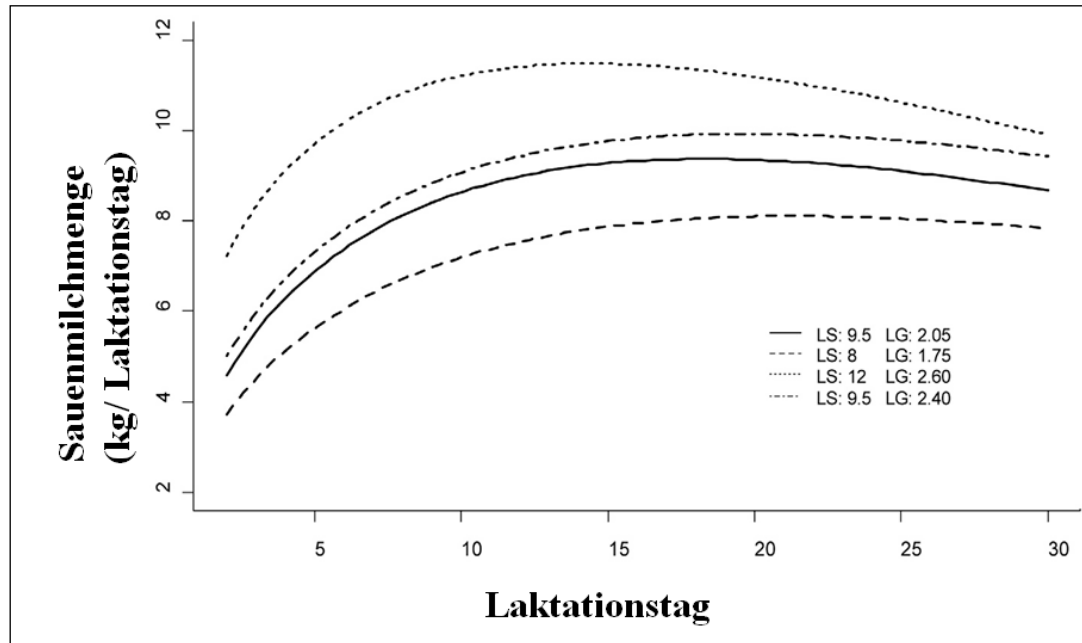


Abbildung 2: Darstellung der Milchmenge in kg pro Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (modifiziert nach HANSEN et al. (2012))

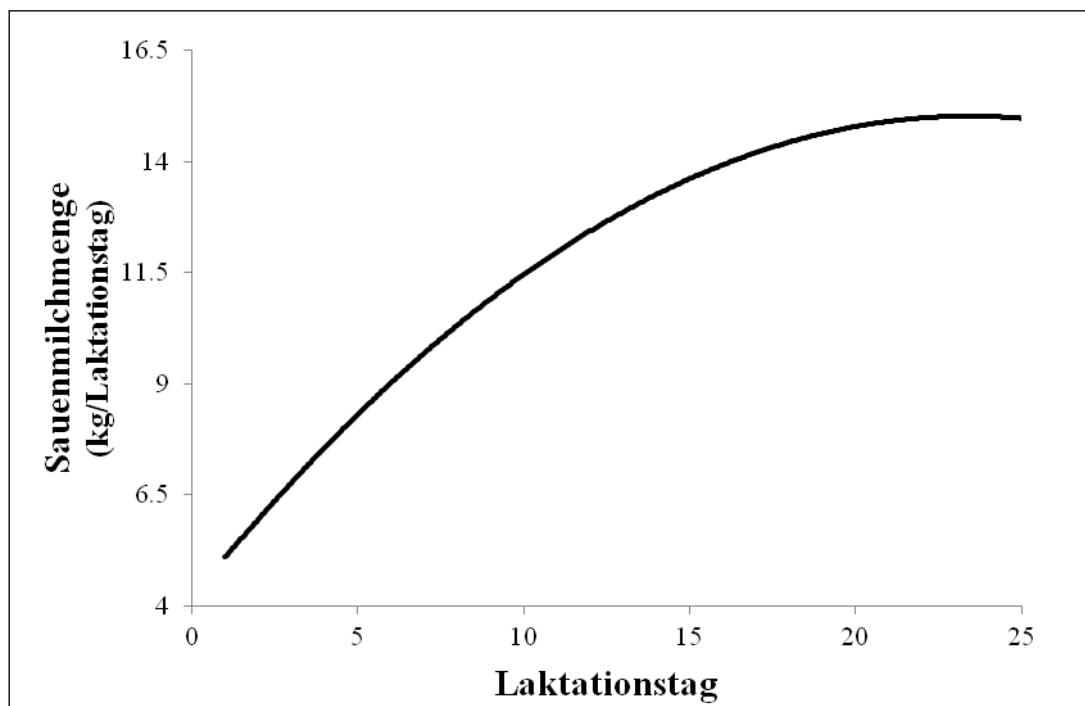


Abbildung 3: Darstellung der Milchmenge in kg pro Tag in Abhängigkeit vom Laktationstag (modifiziert nach WEBER (2012))

In einer Studie von Kecman et al. (2012) wurden derartig hohe Milchleistungen der Sauen nicht bestätigt. Dabei wurde die Milchleistung von 48 Sauen der Genetik Topigs am Laktationstag 4, 11, 18 und 25 mittels der Wiegen-Säugen-Wiegen Methode erfasst. Es wurde eine durchschnittliche Milchleistung der Sauen aller Wurffklassen von 5,43 ($\pm 1,55$) kg, 9,02 ($\pm 2,07$) kg, 11,13 ($\pm 2,12$) kg und 8,70 ($\pm 1,98$) kg je Laktationstag in der 1., 2., 3. und 4. Laktationswoche errechnet (KECMAN et al. 2012).

Die Gesamtmilchleistung der Sau wird von diversen Faktoren beeinflusst. Zunächst ist die potentielle Milchleistung abhängig von der Sauenrasse (GRÜN et al. 1993). Weiterhin wurde bereits von ALLEN und LASLEY (1960) beschrieben, dass die Absetzgewichte der Ferkel variieren können und eine Ursache dafür in der unterschiedlich produzierten Milchmenge je Sau liegen kann. Dabei hat zum einen die Parität der Sau Einfluss auf die Milchmenge, wobei Sauen des dritten und vierten Wurfes die größte Milchmenge produzieren (ALLEN und LASLEY 1960). Zum anderen zeigt eine hohe Säugefrequenz der Ferkel eine positive Korrelation zur Milchproduktion (AULDIST et al. 2000, HURLEY 2001, SPINKA et al. 1997). Durch einen verlängerten Zeitraum zwischen den einzelnen Saugvorgängen wird die abgegebene Milchmenge je Saugakt zwar größer, die insgesamt produzierte Milchmenge je Sau sinkt aber (SPINKA et al. 1997). Mittels einer hohen Säugefrequenz wird die Milchdrüse zum Wachstum angeregt (HURLEY 2001). Dabei wird besonders durch einen großen Wurf die Säugeintensität erhöht, wodurch das Milchangebot der Sau zunimmt (HURLEY 2001).

Mit steigenden Wurfgrößen wächst die Nachfrage der Ferkel nach Sauenmilch, wobei die Sau mehr Milch produziert je größer der Wurf ist (AULDIST et al. 1998, HANSEN et al. 2012, TONER et al. 1996). In diesem Zusammenhang wurde bereits von ALGERS und JENSEN (1985) die „Restauranthypothese“ formuliert. Sie besagt, dass sich das Milchangebot der Sau an die Nachfrage ihrer Ferkel anpasst. Dabei besteht ein Zusammenhang zwischen dem Gewicht des Ferkels und der produzierten Milchmenge, da schwere Ferkel einen größeren Milchfluss, besonders in der frühen Laktation, stimulieren können (KING et al. 1997). Auch wenn in großen Würfen die Sauenmilchmenge mit zunehmender Nachfrage der Ferkel ansteigt (MARSHALL et al. 2006), so nimmt die Milchmenge, die jedem einzelnen Ferkel zur Verfügung steht, jedoch ab (KING 2000). Die Milchleistung der Sau erreicht in sehr großen Würfen ihr Maximum, so dass die Möglichkeit der Aufzucht vieler Ferkel an der Sau begrenzt ist (KING 2000).

Die Milchleistung erfordert eine hohe Energieaufnahme der Sau, die eine optimale Fütterung voraussetzt (NOBLET et al. 1990). Trotzdem ist die vollständige Deckung des Energiebedarfes durch die Futteraufnahme besonders in der frühen Laktation der Sau nur beschränkt möglich, da der Energiebedarf für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen der Sau und der einsetzenden Laktation höher ist als die Sau über die Menge der Futteraufnahme decken kann (NOBLET et al. 1990). In diesem Zeitraum wird die Milchproduktion hauptsächlich durch den Ernährungszustand der Sau und nicht durch die Futteraufnahme beeinflusst (KING 2000). Weiterhin sind saisonale Effekte auf die Milchleistung vorhanden (MACHARIA 2012). So weisen hohe Temperaturen einen negativen Effekt auf die Milchleistung der Sau auf. MACHARIA (2012) führt auf, dass durch

warme Umgebungstemperaturen die Konzentrationen thyreotroper Hormone absinken, was wiederum zu einer Reduktion von freien Fettsäuren und einer folglich verminderten Stoffwechselrate der Milchdrüse führt. BLACK et al. (1993) berichten hingegen, dass die Milchleistung auf Grund einer reduzierten Energieaufnahme bei Wärme sinkt. Dabei wird die thermoneutrale Zone der Sau mit 12 bis 22 °C angegeben (BLACK et al. 1993). Durch den Mechanismus der geringeren Energieaufnahme versuchen die Tiere, die körpereigene Wärmeproduktion gering zu halten. Eine entsprechende Klimatisierung der Ställe, bspw. durch Sprühnebelanlagen, und eine mögliche Wärmeabgabe der Sau über die Liegefläche unterstützen somit auch die Aufrechterhaltung der Milchproduktion (BLACK et al. 1993).

2.3 Säugeverhalten

2.3.1 Ablauf des Saugaktes

Die Durchführung eines Saugaktes wird ausführlich von FRASER (1980) beschrieben: Zu Beginn legt sich die Sau ab und lockt ihre Ferkel mit einem Grunzen an ihr Gesäuge. Daraufhin versammeln sich die Ferkel am Gesäuge und beginnen mit ihrer Nase den jeweiligen Gesäugekomplex zu massieren. Das Grunzen der Sau wird rhythmischer und die Frequenz steigt an, woraufhin auch die Massage des Gesäuges gleichmäßiger zwischen den einzelnen Ferkeln des Wurfes wird. Durch die Massage des Gesäuges wird Oxytocin aus dem Hypophysenhinterlappen sezerniert und bewirkt am Gesäuge die Milchejektion (BRUCKMAIER 2010). Die Ferkel beginnen während des schnellen Anstiegs der Grunzrate der Sau zu saugen. Dabei werden auch die Mundbewegungen der saugenden Ferkel schneller. Mit Sistieren des Milchflusses nach circa 10 bis 20 Sekunden nehmen sowohl die Grunzfrequenz der Sau als auch die Saugbewegungen der Ferkel ab. Eventuell schließt eine Massage des Gesäuges an, obwohl der Saugakt nun beendet ist. Die Sau und ihre Ferkel ändern anschließend ihre Position.

2.3.2 Säugephasen während der Laktationsperiode

Während der Säugeperiode lassen sich verschiedene Säugephasen unterteilen. In einer Studie von PUPPE und TUCHSCHERER (2000) wurde nachgewiesen, dass die Säugefrequenz der Saugferkel in den ersten Tagen p.p. zunimmt und ihr Maximum zwischen dem achten und neunten Laktationstag mit durchschnittlich 31,4 Saugakten je Tag erreicht. Anschließend nimmt die Häufigkeit des Säugens bis zum Absetzen ab. In großen Würfen wird dabei zeitiger eine maximale Häufigkeit an Saugakten erlangt, wodurch das natürliche Absetzen durch die Sau eher stattfindet als in kleinen Würfen (BØE 1991). In diesem Zusammenhang beschreiben auch PUPPE und TUCHSCHERER (2000), dass die Säugefrequenz in großen Würfen zu Beginn der Laktation höher, zum Ende der Laktation hingegen aber niedriger ist, als in kleineren Würfen. Zu Beginn der Laktation werden die Säugephasen außerdem zu mehr als 85 % von den Sauen begonnen und nur zu 5 % von ihnen beendet (JENSEN et al. 1991). Gegen Ende der Säugeperiode werden 55 % der Saugakte von den Sauen angefangen und zu über 60 % auch von ihnen abgeschlossen (JENSEN et al. 1991).

2.3.3 Säugeordnung am Gesäuge

Die Ferkel bilden eine Zitzenordnung am Gesäuge aus (HEMSWORTH et al. 1976, MCBRIDE 1963, ROSILLON-WARNIER und PAQUAY 1984). Die Wurfgröße hat offensichtlich keinen Einfluss auf die Zitzenordnung. Der Geruch, die Geräusche der Muttersau sowie die Zitzenmorphologie sollen aber zur Ausbildung einer Ordnung beitragen (ROSILLON-WARNIER und PAQUAY 1984). Dabei nehmen Ferkel, die an vorderen und mittleren Zitzen saugen mehr Milch auf und weisen infolgedessen höhere Tageszunahmen auf als Ferkel, die an den hinteren Zitzen saugen (NIELSEN et al. 2001, SKOK et al. 2007). Die Rankkämpfe um die Zitzen werden auch mittels der scharfen Milchzähne durchgeführt, die bereits bei der Geburt ausgebildet sind (FRASER und THOMPSON 1991). FRASER und THOMPSON (1991) bewiesen, dass sich Ferkel mit dem Einsatz ihrer Zähne als „Waffen“ Zitzenplätze, bevorzugt an vorderer Position, sicherten. Zudem wurde anhand einer signifikant besseren Gewichtszunahme besonders in Würfen mit mehr als zwölf Ferkeln belegt, dass sich die Wettbewerbsfähigkeit der Ferkel durch ungekürzte Zähne verbessert: HANSSON und LUNDEHEIM (2012) untersuchten Würfe von Ferkeln, deren Zähne gekürzt wurden, und Würfe von Ferkeln, deren Zähne intakt blieben. Sie zeigten auf, dass in der ersten Laktationswoche, im Gegensatz zur zweiten Laktationswoche, die meisten Gesichtsverletzungen als Indikatoren des Kampfes um das Gesäuge auftraten, und dass die Wurfgröße einen signifikanten Einfluss auf die Ausprägung der Gesichtsverletzungen aufwies.

2.4 Sauenmilch

2.4.1 Laktationsphasen der Sau

Die Laktation der Sau lässt sich in die Kolostral- und die eigentliche Milchphase unterteilen.

Kolostralphase

Ab dem 105. Trächtigkeitstag sammelt sich zunehmend Präkolostrum in den alveolären Lumina (KENSINGER et al. 1982). Der Übergang zur sekretorischen Phase erfolgt am Tag der Geburt (KENSINGER et al. 1982). Zu diesem Zeitpunkt beginnt die Kolostralphase der Laktation (MARTINEAU et al. 2012). Diese dauert etwa bis zu 12 bis 48 Stunden nach Geburtsbeginn (DEVILLERS et al. 2007). Die Aufnahme von Kolostrum ist für die Ferkel als Energiequelle und zur passiven Immunisierung essentiell (LE DIVIDICH et al. 2005). Immunglobuline werden den Ferkeln über das Kolostrum zur Verfügung gestellt, da eine plazentare Passage über die *Placenta epitheliochorialis* beim Schwein nicht möglich ist (BANDRICK et al. 2008, ROOKE und BLAND 2002, SCHNORR und KRESSIN 2011, SPEER et al. 1959). Die Immunglobuline müssen somit unmittelbar nach der Geburt über das Kolostrum aufgenommen und im Darm resorbiert werden (SCHNORR und KRESSIN 2011, SPEER et al. 1959, WILLIAMS 1993). Die Aufnahme der Antikörper über den Darm ist allerdings nur bis zu 24 Stunden nach der Geburt möglich (SPEER et al. 1959). Erschwerend kommt hinzu, dass die Konzentration an Immunglobulin G (IgG) im Kolostrum bis zum Ende dieser Zeitspanne durchschnittlich zwischen 71 % und 80 % abnimmt

(FOISNET et al. 2010, QUESNEL 2011) und die IgG-Konzentrationen der Kolostralmilch einzelner Sauen variieren können (FOISNET et al. 2010).

In der Kolostralmilch sind neben Immunglobulinen (KLOBASA et al. 1987) auch Wachstumsfaktoren, wie insulinähnliche Wachstumsfaktoren oder transformierende Wachstumsfaktoren enthalten (XU et al. 2000). Diese sind wichtig für die Ausdifferenzierung von Organen, wie bspw. dem Gastrointestinaltrakt (XU et al. 2000). Zudem wird durch die Aufnahme des Kolostrums der eigenen Mutter eine aktive zelluläre Immunität durch die Absorption von lymphoiden Zellen erworben (TUBOLY et al. 1988). Dabei ist zu beachten, dass Ferkel im Kolostrum enthaltene lymphoide Zellen nur von ihrer eigenen Mutter und nicht von einer fremden Sau im Darm resorbieren können (TUBOLY und BERNATH 2002, TUBOLY et al. 1988).

Die Menge der angebotenen Kolostralmilch je Sau variiert stark zwischen den einzelnen Sauen und lag in einer Studie von LE DIVIDICH et al. (2005) zwischen 1,9 bis 5,3 kg pro Sau. In einer Studie von QUESNEL (2011) werden Werte zwischen 1,7 bis 5,6 kg pro Sau genannt. Es wird empfohlen, dass Ferkel mindestens 200 g Kolostrum aufnehmen (QUESNEL et al. 2012). Die tatsächlich aufgenommene Kolostralmilchmenge korreliert dabei positiv mit dem Geburtsgewicht und der Vitalität des Ferkels. Sie unterscheidet sich signifikant zwischen gesunden Ferkeln und Ferkeln mit bspw. Atemproblemen nach der Geburt (DEVILLERS et al. 2007). Je weniger Kolostralmilch aufgenommen wird, desto heterogener präsentiert sich der Wurf hinsichtlich seiner Gewichte zum Zeitpunkt der Geburt (QUESNEL 2011). In einer Studie von DEVILLERS et al. (2007) wurde die Kolostralmilchmenge der Sauen und die Aufnahme der Kolostralmilch der Neugeborenen analysiert. Dabei ergab die Untersuchung der Geburtsreihenfolge der Ferkel keine signifikanten Einflüsse auf die Aufnahmemenge von Kolostrum, wobei davon ausgegangen wird, dass sich satte Ferkel ausruhen und dabei später geborene Ferkel ans Gesäuge der Sau lassen (DEVILLERS et al. 2007). Wurfgrößen beeinflussen die produzierte Menge der Kolostralmilch je Sau nicht direkt, wobei dem einzelnen Ferkel großer Würfe weniger Kolostrum zur Verfügung steht (DEVILLERS et al. 2007, LE DIVIDICH et al. 2005, QUESNEL 2011).

Sauenmilchphase

Die Kolostralmilch wandelt sich in reife Sauenmilch um, die neben Laktose Proteine wie Caseine, alpha-Laktalbumine, β -Globuline und Albumine, Lipide, aber auch Zellen wie Laktozyten und Leukozyten enthält (MARTINEAU et al. 2012). Des Weiteren sind Mineralstoffe wie Calcium, Phosphor, Magnesium und Natrium enthalten (MARTINEAU et al. 2012). Bei der Umwandlung von Kolostralmilch zur reifen Sauenmilch ergeben sich nach KLOBASA et al. (1987) folgende Änderungen:

Zum einen sinkt die Milchtrockenmasse um 30 %. Der Fettgehalt der Milch nimmt hingegen bis zum dritten Laktationstag zu und bleibt auf diesem Niveau bis zur dritten Laktationswoche. Anschließend sinkt er langsam ab. Der Laktosegehalt der Milch verdoppelt sich etwa in den ersten zwei Laktationswochen und fällt im Anschluss langsam ab. Der Proteingehalt ist auf Grund der Immunglobulingehalte im Kolostrum hoch und sinkt während der ersten zwölf Laktationsstunden allmählich ab (Tabelle 1).

Tabelle 1: Darstellung der Inhaltsstoffe des Kolostrums und der reifen Sauenmilch in Prozent (Quelle: modifiziert nach DARRAGH und MOUGHAN (1998)).

Inhaltsstoffe	Kolostrum	Sauenmilch (zwischen 14. und 21. Laktationstag)
Trockenmasse	24,8	18,7
Protein	15,1	5,5
Nicht-Protein Stickstoff	0,3	0,3
Laktose	3,4	5,3
Fett	5,9	7,6
Rohasche	0,7	0,9

Von Bedeutung ist, dass in reifer Sauenmilch auch bioaktive Substanzen, wie diverse Wachstumsfaktoren enthalten sind, die bspw. wichtig für die Ausreifung des Gastrointestinaltraktes der Saugferkel sind (XU et al. 2000).

2.4.2 Bakterienspektrum der Sauenmilch

In Bezug auf das Vorkommen von Bakterien in der Milch gesunder Sauen existieren wenige Studien. Im Rahmen von Untersuchungen zum Bakterienspektrum wurden hauptsächlich Milchproben in den ersten drei Tagen p.p. von an MMA erkrankten und gesunden Sauen entnommen und mikrobiologisch analysiert. Bei der mikrobiologischen Analyse der Sauenmilch von an MMA erkrankten und gesunden Sauen wurden bisher hauptsächlich *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* und *Enterococcaceae* nachgewiesen (AWAD MASALMEH et al. 1990, KEMPER et al. 2013, KEMPER und GERJETS 2009, MORKOC et al. 1983, PERSSON 1997).

In einer Studie von KEMPER und PREISLER (2011) wurden Hautabstriche und Kolostralmilchproben von Sauen vor dem ersten Säugen der Ferkel analysiert. Dabei wurden in 96,9 % der Hautproben und 59,7 % der Kolostralmilchproben *Staphylococcaceae* nachgewiesen. Weiterhin wurden in 63,5 % der Hautproben und in 45,5 % der Kolostralmilchproben *Streptococcaceae* isoliert. *Enterobacteriaceae*, mit *Escherichia coli* als Hauptvertreter, wurden in 66,7 % aller Hautproben und in 5,2 % aller Kolostralmilchproben nachgewiesen.

2.5 Gesäugekrankheiten der laktierenden Sau

2.5.1 Angeborene und erworbene Veränderungen

Sauen sollen mindestens sieben funktionsfähige Zitzen je Körperseite aufweisen (KIM et al. 2005). Bei der Auswahl von Zuchtsauen sind die Anzahl und Funktionsfähigkeit sowie ggf. Mängel an den Zitzen, wie Anomalien, zu bonitieren (HÜHN 2010).

Anomalien, wie bspw. Stülpzitzen, treten mit einer Inzidenz von 9 bis 19 % auf (WENDT et al. 1994). Stülpzitzen sind kraterförmig eingestülpte Zitzen, welche nur ein erschwertes Saugen

gestatten oder das Saugen völlig unmöglich machen (WENDT et al. 1994). Weitere Anomalien stellen Blindzitzen, rudimentär ausgebildete Zitzen, aber auch Zwischenzitzen oder Beizitzen dar (HÜHN 2010). Weiterhin können sich Sauen zudem Traumata zuziehen. Diese können durch Bissverletzungen der Ferkel, Verletzungen durch die Haltungstechnik oder durch Trittverletzungen durch ihre eigenen Hinterbeine verursacht werden (HÜHN 2010). In einer Studie von CHRISTENSEN et al. (2007) waren Läsionen am Gesäuge bei 10,5 % der untersuchten geschlachteten Sauen in Dänemark vorhanden. Die Lokalität des primären Auftretens von Veränderungen am Gesäuge wird verschieden beschrieben. So berichten BOSTEDT et al. (1998), dass veränderte Gesäugekomplexe häufiger kaudal als kranial zu finden sind. CHRISTENSEN et al. (2007) zeigten in einer Studie hingegen auf, dass die häufigsten Zitzen- und Hautverletzungen der Gesäugekomplexe sowohl an Mammarkomplex eins als auch an den Komplexen fünf bis sieben gefunden wurden, wobei die Nummerierung der Zitzen von kranial aus vorgenommen wurde. Als Ursache für das insgesamt häufigere Auftreten von Gesäugeverletzungen im kaudalen Bereich wird eine geringere Milchabgabe der hinteren Gesäugekomplexe angenommen, welche zu einem gehäuften Beißen der Ferkel an den Zitzen führt (CHRISTENSEN et al. 2007). Weiterhin kann auch eine Verletzung des hinteren Gesäugeareals durch die Klauenbewegung der Sauen beim Aufstehen oder Ablegen auftreten (EDWARDS et al. 1985). In einer Studie von CHRISTENSEN et al. (2007) wurden verletzte Gesäugekomplexe zudem histologisch untersucht, wobei ausschließlich die oberflächlichen Hautschichten betroffen waren, sodass kein mammäres Drüsengewebe inbegriffen war. Die Läsionen waren jedoch von einer Fibrose umgeben (CHRISTENSEN et al. 2007). Es wird angenommen, dass diese zu einer reduzierten Milchproduktion führt, was wiederum die Gesäugeverletzungen verstärkt (CHRISTENSEN et al. 2007).

PERSSON (1997) untersuchte das Gesäuge der Sauen am Tag des Absetzens und sieben Tage nach dem Absetzen. Dabei traten Zitzen- und Hautverletzungen des Gesäuges bei circa 60 % der Tiere und unabhängig von der Parität der Sau auf. Palpierbare Veränderungen waren hingegen bei 15 % der Jungsauen und bei 61 % der Altsauen vorhanden. PERSSON (1997) stellte zudem fest, dass Drüsengewebe, welches zum Zeitpunkt des Absetzens von leichten bis starken Veränderungen betroffen war, bereits sieben Tage nach dem Absetzen zu 50 % klinisch nicht mehr auffällig war.

2.5.2 Mastitis

Eine Mastitis, eine Entzündung des Gesäuges, kann als akute oder chronische Form bei laktierenden oder abgesetzten Sauen auftreten (MARTINEAU et al. 2012). Häufig sind ältere Sauen und deren hintere Milchdrüsenkomplexe betroffen (MARTINEAU et al. 2012). Als Ursache werden Traumata oder unzugängliche Zitzen angegeben, die nicht entsprechend leer gesaugt werden und so eine Grundlage für Infektionen darstellen können (MARTINEAU et al. 2012). Dabei kann die Mastitis eine oder mehrere Mammarkomplexe betreffen. Das Auftreten der akuten Form der Mastitis, kann mit lokalen Entzündungssymptomen wie Rötung, Wärme oder Ödem, sowie systemischen Anzeichen, wie Fieber oder einer fehlenden Futteraufnahme der Sau,

einhergehen (MARTINEAU et al. 2012). Eine chronische Mastitis äußert sich hingegen mit dem Vorhandensein von Abszessen und Granulomen im mammären Drüsengewebe und wird zumeist während oder nach dem Absetzen sichtbar (MARTINEAU et al. 2012).

Während der ersten Tage nach dem Abferkeln wird insbesondere der Mastitis-Metritis-Agalaktie Komplex (MMA) der Sau beobachtet, welcher durch eine reduzierte Kolostrum- und Sauenmilchproduktion bestimmt wird (MARTINEAU et al. 2012). Es ist eine multifaktoriell bedingte Erkrankung (KEMPER und GERJETS 2009) und führt zu tiergesundheitlichen Problemen, welche auch zu ökonomischen Verlusten in den Betrieben führen (BARDEHLE et al. 2012). Dies ist zum einen in der erhöhten Ferkelsterblichkeit (BILKEI 1990) und den sinkenden Tageszunahmen der Ferkel (BERTSCHINGER et al. 1990) begründet. So stellten BERTSCHINGER et al. (1990) fest, dass Ferkel, die an einer gesunden Drüse säugten, in den ersten vier Lebenstagen höhere Tageszunahmen ($T_z = 125$ g) im Vergleich zu den Ferkeln, die an einer mit Mastitis erkrankten Drüse säugten ($T_z = 105$ g), erzielten. Zum anderen können aber auch die Schäden an der Sau zu verminderten Leistungen führen (FAN et al. 2011). Dabei führte FAN et al. (2011) auf, dass Sauen welche an MMA erkrankten nach dem Absetzen ihrer Ferkel eine schlechtere Duldungsbereitschaft, ein häufigeres Umrauschen und eine höhere Rate an Aborten aufzeigten. Der im deutschsprachigen Raum verwendete Begriff „MMA“ ist kritisch zu sehen, da es sich bei der Metritis vielmehr um eine exsudative Endometritis handelt und zudem keine Agalaktie, sondern eine Hypogalaktie vorhanden ist (BOSTEDT et al. 1998). Ferner wurde das kombinierte Auftreten von Mastitis und Endometritis in einer Studie von BOSTEDT et al. (1998) nur bei 24,4 % der Sauen diagnostiziert. In der Literatur sind verschiedene Namen gebräuchlich, um dieses Syndrom zu umschreiben (PREISSLER et al. 2012). So wird neben dem Ausdruck MMA auch der Begriff „puerperale“ oder „coliforme Mastitis“ verwendet (BERTSCHINGER 1999, GERJETS und KEMPER 2009). Im englischsprachigen Raum ist auf Grund der Krankheitszeichen von dem Postpartalen Dysgalaktie Syndrom (PDS/PPDS) die Rede (MARTINEAU et al. 2012).

Im puerperalen Zeitraum sind unspezifische Symptome wie eine geringe Futter- und Wasseraufnahme, eine erniedrigte Aktivität der Sau, ein Anstieg der Körpertemperatur über $39,3$ °C sowie hungrige und somit rastlose Ferkel Anhaltspunkte für MMA (HALGAARD 1983). In Verbindung mit einer Rötung, Verhärtung oder einer vermehrten Wärme des Gesäuges sind dies Hinweise auf eine Mastitis (HALGAARD 1983). Weitere klinische Symptome, welche die Diagnose MMA verifizieren, sind eine offensichtliche Dysgalaktie und eine weitere Erhöhung der rektalen Körpertemperatur auf mehr als $39,5$ °C (MARTINEAU et al. 2012). Die Beobachtung der Futter- und Wasseraufnahme der Sauen im postpartalen Zeitraum ist zu empfehlen, denn in einer Studie von BOSTEDT et al. (1998) sank bei circa 75,0 % der an MMA erkrankten Sauen die Nahrungs- und Wasseraufnahme. Bei 33,3 % wurde zudem eine Koprostase diagnostiziert (BOSTEDT et al. 1998). Außerdem stellten BOSTEDT et al. (1998) fest, dass Sauen mit Mastitis etwa ein Ferkel mehr geboren hatten.

Das Auftreten von Milchmangel bei den Sauen hat direkte Auswirkungen auf die Saugferkel, was sich in einer erhöhten Mortalität, dem häufigeren Auftreten von Diarrhoe sowie einer reduzierten Wachstumsrate äußern kann (LARSEN und THORUP 2006). Zur Diagnostik des Auftretens von MMA wird besonders die Messung der rektalen Körpertemperatur empfohlen (PLONAIT 2004). Dies stellt nach FURNISS (1987) eine gute Möglichkeit dar, eine MMA Erkrankung frühzeitig zu diagnostizieren, da die Temperaturerhöhung oft zeitiger auftritt als andere Symptome. BERTSCHINGER et al. (1990) hingegen beschreiben, dass ein schwacher Zusammenhang zwischen der täglich gemessenen Rektaltemperatur und dem Grad der Mastitis besteht. Bei vier von 15 Sauen bestand in dieser Studie trotz einer Körpertemperatur über 39,5 °C keine Mastitis. Auch BOSTEDT et al. (1998) zweifeln die Messung der Körpertemperatur an. Zwar ist sie bei an MMA erkrankten Tieren erhöht, kann jedoch auch bei nicht an MMA erkrankten Tieren auf Grund von Geburtskomplikationen oder auch bei der sogenannten Jungsauenhyperthermie ansteigen (BOSTEDT et al. 1998). Als weitere diagnostische Methode bietet sich die Untersuchung mittels Ultraschall an, um hyperechogenes erkranktes Drüsengewebe zu identifizieren (BAER und BILKEI 2005). Bei der Untersuchung abdominaler Drüsenkomplexe mittels Ultraschall wurden eher kaudale Mammarkomplexe als an MMA erkrankt identifiziert als pectoral gelegene (BAER und BILKEI 2005). Risikofaktoren, die MMA verursachen, sind multifaktorieller Herkunft (GERJETS und KEMPER 2009). So wird das Auftreten von MMA von diversen Managementfaktoren beeinflusst, wobei in der Literatur verschiedene Angaben über auslösende Faktoren zu finden sind (HALGAARD 1983). Demgemäß hängt der Schweregrad der Gesäugeverschmutzung stark mit dem Auftreten puerperaler Mastitis zusammen (BERTSCHINGER et al. 1990). Perforierte Böden senken hierbei das Risiko des Auftretens von Mastitis (HERMANSSON et al. 1978). Zum anderen kann bspw. das falsche Kürzen der Zähne der Ferkel zu einer Pulpitis und in deren Folge zu MMA führen (HERMANSSON et al. 1978). Der Grund dafür ist ein Eintrag an Bakterien in das Gesäuge (HERMANSSON et al. 1978). Weiterhin steigt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von MMA bei einer Geburtsdauer von über drei Stunden (BOSTEDT et al. 1998) und bei einer großen Anzahl tot geborener oder insgesamt geborener Ferkel (BARDEHLE et al. 2012, BOSTEDT et al. 1998, GERJETS et al. 2011). Das Auftreten von Mastitis ist nach Beobachtungen von HALGAARD (1983) nicht signifikant mit einem großen Wurf assoziiert. Ein Trend ist jedoch dahingehend erkennbar, dass MMA bei größeren Würfen häufiger auftritt, was mit der längeren Geburtsdauer eines großen Wurfs in Verbindung stehen kann (HALGAARD 1983). In diesem Zusammenhang wird auch ein Geburtseingriff signifikant mit einem späteren Auftreten von MMA in Verbindung gebracht (BARDEHLE et al. 2012, BOSTEDT et al. 1998). Weiterhin wird das Auftreten von MMA vorrangig bei Sauen höherer Parität beobachtet, während jüngere Sauen eher von einer purulenten exsudativen Mastitis betroffen sind (BAER und BILKEI 2005). Dem widersprechen BOSTEDT et al. (1998), FAN et al. (2011) und GERJETS et al. (2011), welche ein häufigeres Auftreten von MMA bei Jungsauen beobachteten. GERJETS et al. (2011) führt auf, dass die Ursache hierfür ein nicht vollständig ausgeprägtes Immunsystem, das Merzen von an MMA erkrankten Jungsauen sowie eine Fehlinterpretation der physiologische Hyperthermie der

Jungsauen (MARTINEAU et al. 2012) sein kann. Die Frage nach der Erbllichkeit von MMA ist Gegenstand verschiedener Studien, wobei Heritabilitäten von 0,1 bis 0,2 (LINGAAS und RONNINGEN 1991), 0,13 (KRIETER und PRESUHN 2009) oder von 0,09 (PREISLER et al. 2012) angegeben werden.

Bei Erkrankung der Sauen an MMA ist die Erstversorgung der Ferkel zu sichern. Eine Behandlung der Sau mit einem Nichtsteroidalen Antiphlogistikum (NSAID) zur Reduktion von Entzündungen und Endotoxämien, und mit Oxytocin zur Anregung des Milchflusses kann angezeigt sein (MARTINEAU et al. 2012). Die Anwendung von Antibiotika sollte von dem allgemeinen klinischen Erscheinungsbild der Sauen und ihrer Ferkel, und nicht allein von einer erhöhten rektalen Körpertemperatur abhängig gemacht werden (MARTINEAU et al. 2012).

2.5.3 Bakterienvorkommen

Das Bakterienvorkommen in Sauenmilch wurde in den ersten drei Tagen p.p. bei an MMA erkrankten Sauen untersucht. Bei der mikrobiologischen Analyse der Sauenmilch wurden dabei hauptsächlich *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* und *Enterococcaceae* nachgewiesen (AWAD MASALMEH et al. 1990, KEMPER et al. 2013, KEMPER und GERJETS 2009, MORKOC et al. 1983, PERSSON 1997). Da in einer Vielzahl von Studien an MMA erkrankter Sauen zu einem großen Anteil gramnegative coliforme Bakterien der Gattungen *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* und *Citrobacter* isoliert wurden, hat sich der Begriff der coliformen Mastitis etabliert (BERTSCHINGER 1999, GERJETS und KEMPER 2009).

ROSS et al. (1981) untersuchten mammäres Drüsengewebe mikrobiologisch, wobei hauptsächlich *Escherichia coli*, *Streptococcaceae* und *Staphylococcaceae* sowohl bei makroskopisch gesunden als auch bei erkrankten Sauen isoliert wurden. In einer Studie von MORKOC et al. (1983) wurden mikrobiologische Analysen von Uterus-, Ileum-, Zäkum- und Milchdrüsenproben durchgeführt. Dabei wiesen die Uterusproben der an MMA erkrankten und der gesunden Sauen kein bedeutsames Wachstum von Bakterien auf. Dies deutete nach MORKOC et al. (1983) auf einen fehlenden Zusammenhang zwischen der bakteriellen Besiedlung des Uterus und einer Dysgalaktie hin. Ein ähnliches Spektrum gramnegativer Bakterien im Ileum und dem Drüsengewebe gab wiederum Hinweise auf einen fäkalen Ursprung der Bakterien (MORKOC et al. 1983). Zudem wurden in dieser Studie in 21 % der Sauenmilch erkrankter Sauen und in 0 % der Milch gesunder Sauen gramnegative Bakterien isoliert. Die Anzahl grampositiver Keime in der Sauenmilch unterschied sich nicht zwischen den gesunden und den erkrankten Sauen (MORKOC et al. 1983).

In einer Studie von AWAD MASALMEH et al. (1990) wurden bei 65,7 % aller an MMA erkrankten Sauen *Escherichia coli* isoliert. Dabei wurden gleiche O-Serogruppen von *Escherichia coli* sowohl in den Milch- als auch in den Kotproben gefunden, was daraufhin deutete, dass eine fäkale Kontamination Ursache für MMA sein kann (AWAD MASALMEH et al. 1990). Das Vorkommen an *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* war bei den an MMA erkrankten Sauen ebenfalls erhöht, so dass diese Bakterien ebenso bei der Pathogenese der MMA eine Rolle zu spielen scheinen (AWAD MASALMEH et al. 1990).

PERSSON (1997) untersuchte die Sauenmilch gesunder und klinisch veränderter Gesäugekomplexe, wobei keine Unterschiede in dem Vorkommen von *Staphylococcus* spp. und *Streptococcus* spp. festzustellen waren. Lediglich β -hämolytische *Streptococcaceae* waren häufiger in der Milch klinisch veränderter Gesäugekomplexe zu kultivieren (PERSSON 1997).

Die mikrobiologische Analyse von Bakterien in Sauenmilch vorderer und hinterer Gesäugekomplexe bei an MMA erkrankten und nicht erkrankten Sauen wurde in einer Studie von KEMPER und GERJETS (2009) durchgeführt, wobei hauptsächlich *Enterobacteriaceae* der Gattungen *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* und *Citrobacter* isoliert wurden. Zudem wurden *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* und *Enterococcaceae* gefunden (KEMPER und GERJETS 2009).

In einer Studie von KEMPER et al. (2013) wurden 1.026 Milchproben von an MMA erkrankten Sauen und 972 Milchproben von gesunden Sauen entnommen. Dabei wurden in 99,1 % der Milchproben Bakterien isoliert. Zudem wurde ein ähnliches Bakterienspektrum der Milch gesunder und erkrankter Sauen aufgezeigt, was daraufhin deutet, dass Sauenmilch nicht steril ist (KEMPER et al. 2013). Die gefundenen Bakterien zählen zu *Enterobacteriaceae*, *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* und *Enterococcaceae*. Als Ursprungsort der Bakterien der Sauenmilchdrüse wird neben der fäkalen Kontamination, die Umgebung der Sau sowie die Mundflora der Saugferkel angenommen (KEMPER et al. 2013).

2.6 Fütterungsstrategien für die Sau

2.6.1 Energiebedarf und Umfang der Futteraufnahme

In einer Studie von KOKETSU et al. (1996) wird eine mittlere Futteraufnahme von 5,2 kg am Tag zwischen Tag 18 und 19 der Laktation erreicht. Eine mittlere Futteraufnahme von 5,6 kg je Sau und Laktationstag wird von WÄHNER et al. (2001) ermittelt. Dabei ist eine Variation zwischen den Sauen abhängig von der Fütterungstechnik, dem Management und der Genetik zu erwarten (KOKETSU et al. 1996). Weiterhin haben die Umgebungstemperatur, das Trockenfutter-Verhältnis, die Gesundheit der Sau, das Wasserangebot, die Fütterungsfrequenz und die Reinheit Einfluss auf die Futteraufnahme der Sau (FONTANESI et al. 2010).

Auftretende Defizite in der Futteraufnahme, die zu einer unzureichenden Milchproduktion führen, werden durch die Verwendung von Energie aus Körperreserven, wie Fett und Proteinen, ausgeglichen (NOBLET et al. 1990). Eine laktierende Sau benötigt dabei Energie für ihren Erhaltungsbedarf und für die Milchproduktion (NOBLET et al. 1990). Der Energiebedarf der Sau kann anhand ihres Körpergewichtes, der Anzahl der Ferkel und den zu erwartenden Gewichtszunahmen des Wurfes geschätzt werden (NOBLET et al. 1990). Dabei beträgt die Trockensubstanzaufnahmekapazität bei tragenden Sauen etwa 2,0 % und bei laktierenden Sauen 2,5 bis 3,0 % ihrer Körpermasse (KAMPHUES et al. 2004). Der Energiegehalt der Sauenmilch wird mit durchschnittlich 5,1 MJ/kg Milch und einer Verwertbarkeit der umsetzbaren Energie von 0,70 angegeben (KAMPHUES et al. 2004). Je 1 kg Gewichtszunahme des Saugferkels sind 21,7 MJ

Energie aus der Sauenmilch notwendig (KAMPHUES et al. 2004). Mit steigender Wurfgröße nimmt demnach der Bedarf der Saugferkel an Energie in der Sauenmilch zu.

2.6.2 Einflüsse auf die Menge der Futteraufnahme

Hoch fruchtbare Sauenlinien benötigen eine sehr gut an ihre Bedürfnisse angepasste Ernährungs- und Fütterungspraxis, um eine entsprechende Milchleistung für eine große Anzahl von Ferkeln sicherzustellen (BOYD et al. 2000). Das Auftreten von Defiziten der Futtervorlage führt zu einem übermäßigen Abbau von Körpermasse (BOYD et al. 2000). OGRADY et al. (1985) untersuchten in einer Studie das Verhalten der Futteraufnahme von laktierenden Sauen und stellten fest, dass die Futteraufnahme in der Laktation mit wachsenden Wurfgrößen, zunehmenden Laktationsnummern und einem geringeren Zuwachs der Sauen während der Parität ansteigt. Weiterhin haben die Rasse der Sau, das Fütterungssystem und das Sauenmanagement einen Einfluss auf die Futteraufnahme (OGRADY et al. 1985). Ein negativer Effekt auf die Futteraufnahme ist bei in der Trächtigkeit zu ausgiebig gefütterten Sauen zu beobachten (DOURMAD 1991, OGRADY et al. 1985, YANG et al. 1989). Infolgedessen wird bei diesen Sauen in der Laktationsphase ein größerer Verlust an Körpergewicht gemessen (DOURMAD 1991, OGRADY et al. 1985). Eine niedrige Futteraufnahme kann zudem auf eine erhöhte Stalltemperatur zurückzuführen sein (BLACK et al. 1993). So sank die Futteraufnahme der Sauen um 13 g je 1 °C Temperaturzunahme der Stalltemperatur (KOKETSU et al. 1996). Dabei schwankte die mittlere Temperatur in der Studie von KOKETSU et al. (1996) zwischen 21,6 ($\pm 2,03$) und 24,9 ($\pm 2,80$) °C. In einer Studie von PLUSKE et al. (1998) wiesen Jungsauen mit einer restriktiven Futteraufnahme in der Trächtigkeit eine 14 bis 20 % geringere Milchleistung in der späteren Laktation auf als ad libitum gefütterte Sauen. Dies schlug sich in 9 % geringeren Absetzgewichten ihrer Ferkel nieder. Eine Überwachung der Futteraufnahme und bestmögliche, bedarfsgerechte Anpassung der Sauen ist zu empfehlen, um eine suboptimale Futteraufnahme zu detektieren (KOKETSU et al. 1996).

EISSEN et al. (2003) untersuchten den Einfluss der Wurfgröße auf die Futteraufnahme und Leistung der Sauen während der Laktation und nach dem Absetzen. Es wurde festgestellt, dass die Wurfgröße die Futteraufnahme der Sauen nicht oder nur leicht beeinflusst. EISSEN et al. (2003) beschreiben jedoch einen positiven Zusammenhang zwischen der Futteraufnahme und den Gewichtszuwachs des Wurfes. OGRADY et al. (1985) berichten von einem parallelen Anstieg der Futteraufnahme zur Wurfgröße. Sie schätzen jedoch, dass eine maximale Futteraufnahme der Sauen bei etwa 14 Ferkeln je Wurf erreicht wird. KOKETSU et al. (1996) ermittelten in einer Studie, in welcher das Futteraufnahmeverhalten von Sauen aus 30 Sauenbetrieben analysiert wurde, dass die tägliche Futteraufnahme der Sauen bei bis zu elf Ferkeln je Wurf ansteigt, dann jedoch sistiert. Dies bedeutet wiederum, dass die Futteraufnahme hoch fruchtbarer Sauen nicht ausreicht, um ihren Energiebedarf für die Milchproduktion zu decken (KOKETSU et al. 1996).

2.7 Körperkondition der Sau

2.7.1 Bedeutung und Erfassung

Die Körperkondition der Sau kann anhand folgender Parameter bestimmt werden:

Body-Condition-Score

Der Body-Condition-Score (BCS) ist ein Indikator der physiologischen Kondition und Leistungsfähigkeit (BEYGA und REKIEL 2010). Anhand dieses Beurteilungsschema der Tiere und der Ableitung möglicher Fütterungsoptionen soll ein bestmögliches Produktionslevel im Betrieb erreicht werden (MAES et al. 2004). Ein Abweichen vom optimalen BCS zu einem bestimmten Zeitpunkt des Reproduktionszyklus kann große Auswirkungen auf die folgenden Phasen haben (BEYGA und REKIEL 2010). Dabei ist der BCS das Ergebnis der Evaluation bestimmter anatomischer Punkte (BEYGA und REKIEL 2010). Der Vorteil dieses Systems ist, dass für die Bewertung wenig Zeit und keine speziellen Instrumente benötigt werden (COFFEY et al. 1999). Um eine Evaluation vorzunehmen, wird die Sau optisch bewertet und an bestimmten Punkten abgetastet, um die Fettauflage einzuschätzen (COFFEY et al. 1999). Diese Punkte sind der Beckenknochen, der Hüfthöcker, die Rippen sowie die Dornfortsätze der Rückenwirbel (BÜTTNER 2006). Der BCS wird anhand einer Notenskala von eins („abgemagert“) bis fünf („stark verfettet“) bestimmt (BÜTTNER 2006). Die Einteilung der BCS Notenvergabe in fünf Klassen ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

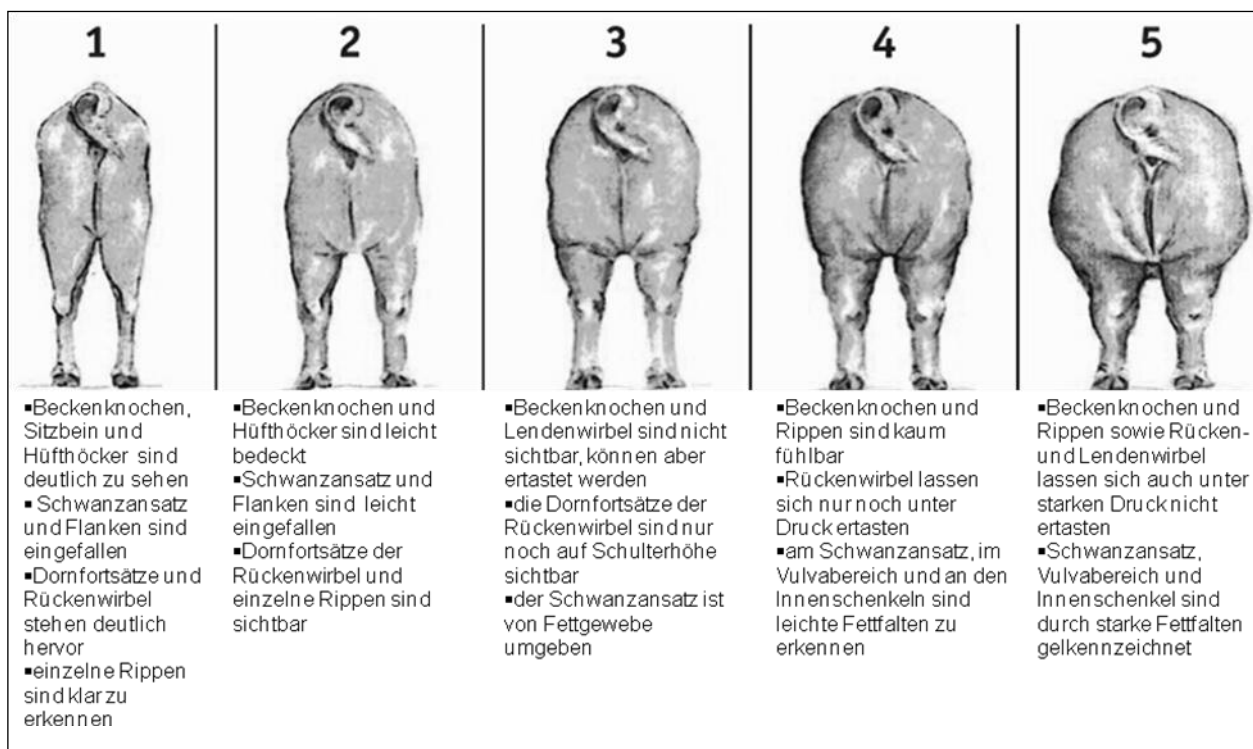


Abbildung 4: Body-Condition-Score nach KLEINE KLAUSING et al. (1998)

Der BCS der Sauen schwankt zwischen dem Abferkeln und dem Absetzen der Ferkel auf Grund der Bereitstellung von Körperreserven für die Laktation (JACKSON und COCKCROFT 2007). Zum

Einstallen in den Abferkelstall sollen die Sauen im Idealfall einen BCS von 3,5 aufweisen, da ein BCS kleiner als 3,0 auf zu geringe Reserven hindeutet und eine Sau mit einem BCS größer als 4,0 zu fett ist (JACKSON und COCKCROFT 2007). Zum Zeitpunkt des Ausstallens wäre ein BCS von 2,5 optimal (JACKSON und COCKCROFT 2007). COFFEY et al. (1999) hingegen empfehlen einen BCS von 3,0 der Sauen beim Abferkeln, da sie somit sicher keine Überkonditionierung aufweisen. Eine Überkonditionierung könnte die Gefahr von Dystokien und eine Reduktion der Futteraufnahme während der Laktation erhöhen (COFFEY et al. 1999).

Das Ergebnis einer Korrelationsanalyse zwischen der Rückenspeckdicke und des BCS laktierender Sauen ergab in einer Studie von MAES et al. (2004) einen Korrelationskoeffizienten zwischen 0,3 bis 0,6. Dies impliziert, dass eine Bewertung der Sauen mittels BCS nicht ausreicht, um eine Aussage zu den Rückenspeckdicken der Sauenherde zu treffen (MAES et al. 2004). Dies liegt darin begründet, dass der BCS nicht allein vom Fett-, sondern auch vom Proteinbestandteil des Sauenkörpers bestimmt wird (BEYGA und REKIEL 2010, MAES et al. 2004). Es ist zudem zu beachten, dass die Angabe des BCS einer subjektiven visuellen Erhebung unterliegt (WHITTEMORE und SCHOFIELD 2000).

Rückenspeckdicke

In einer Studie von CHARETTE et al. (1996) wird vorgeschlagen, dass die Messung des Körpergewichtes in Kombination mit der Erfassung der Rückenspeckdicke die beste Methode zur Analyse der Sauenkonfition darstellt. Ein gutes Monitoring der Rückenspeckdicke während der Laktation ermöglicht optimaler Weise eine Reduktion des Intervalls zwischen dem Absetzen und dem erneuten Abferkeln sowie eine Verbesserung der Produktivität der Herde (SKORJANC et al. 2008). Dabei gibt die Rückenspeckdicke der Sau Auskunft darüber, ob das Futtermanagement den Bedürfnissen der Tiere optimal angepasst ist (MAES et al. 2004).

Die Rückenspeckdicke, die in der Höhe der letzten Rippe und 6,5 cm entfernt von der Mittellinie gemessen wird, soll bei Sauen 19 bis 22 mm zum Zeitpunkt des Abferkeln und 16 bis 19 mm beim Absetzen betragen (DOURMAD et al. 2001). In einer Studie von YOUNG et al. (2004), in welcher der Einfluss von drei verschiedenen Fütterungsregimen während der Trächtigkeit auf die Konfition der Sauen während der Trächtigkeit und der Laktation beurteilt wurde, wird eine Rückenspeckdicke von 19 mm beim Abferkeln empfohlen. Nach COLE et al. (2003) soll die Rückenspeckdicke beim Ausstallen 16 mm nicht unterschreiten. In einer Studie von WÄHNER et al. (2001) wurden wöchentlich die Rückenspeckdicken an drei definierten Punkten je Sau gemessen. Der mittlere Messpunkt lag dabei in der Mitte zwischen dem Schulterblatt und dem Schinken sowie 6 cm lateral der Rückenlinie. Der kraniale und kaudale Messpunkt waren jeweils 15 cm von dem mittleren Messpunkt entfernt. Dabei betrug der Durchschnitt der Messpunkte am Tag vor der Abferkelung 21,4 ($\pm 5,2$) mm, während am 21. Laktationstag eine durchschnittliche Rückenspeckdicke von 20,1 ($\pm 4,5$) mm gemessen wurde. Der Verlust während dieses Zeitraumes betrug 1,3 ($\pm 2,3$) mm.

Die Rückenspeckdicken von Sauen variieren auf Grund der individuellen Futteraufnahme und einer unterschiedlichen Milchproduktion der Sauen (MAES et al. 2004). Dabei steht die Futteraufnahme in einem positiven linearen Zusammenhang zur Rückenspeckdicke der Sau (DOURMAD 1991).

Weiterhin wird eine negative Beziehung zwischen der Rückenspeckdicke beim Abferkeln und der Futteraufnahme während der Laktation abgeleitet (BEYGA und REKIEL 2010, DOURMAD 1991). Zudem weisen Sauen mit einer größeren Rückenspeckdicke zum Zeitpunkt der Geburt, auch eine größere Rückenspeckdicke zum Zeitpunkt des Absetzens auf (SKORJANC et al. 2008). Ebenso ist ein Einfluss des Genotyps auf die Rückenspeckdicke vorhanden (MCPHEE und DANIELS 1991). In genomweiten Assoziationsstudien, wie der von FONTANESI et al. (2012), wird dieser Ansatz näher analysiert.

Körpergewicht

Die Messung des Körpergewichtes der Sauen ist wichtig, um den Verlust der Körpermasse während der Laktation zu erheben. Dies ermöglicht Rückschlüsse zur Anpassung der Futterkurve und soll eventuelle Defizite vermeiden (BOYD et al. 2000). Dabei weist die laktierende Sau eine Trockensubstanzaufnahmekapazität von etwa 2,5 bis 3,0 % ihrer Körpermasse auf (KAMPHUES et al. 2004). Der Energiebedarf einer laktierenden Sau ist hoch, da sie Energie für ihren Erhaltungsbedarf und für die Milchproduktion benötigt (NOBLET et al. 1990). So benötigt eine Sau, die zwölf Ferkel aufzieht, zusätzlich circa 74,4 MJ ME für die Laktation (KAMPHUES et al. 2004). Es wird eine unzureichende Futteraufnahme durch die Verwendung von Energie aus Körperreserven, wie Fett und Proteinen, ausgeglichen (NOBLET et al. 1990). Als Richtwert wird von STALLJOHANN (2010) ein Gewichtsverlust von bis zu 10 % der Körpermasse bei Sauen während einer Laktationsperiode von 21 bis 28 Tagen angegeben. Ein Gewichtsverlust von über 15 % ist als kritisch zu sehen (STALLJOHANN 2010).

2.7.2 Einfluss der Wurfgröße auf die Körperkondition

Zur Beziehung zwischen der Wurfgröße und der Rückenspeckdicke existieren widersprüchliche Studienergebnisse. So nimmt nach EISSEN et al. (2003) und AULDIST et al. (1994) mit ansteigender Wurfgröße die Rückenspeckdicke ab. KIM und EASTER (2001) beschreiben hingegen, dass die Wurfgröße bei der Messung am 21. Laktationstag keinen Effekt auf die Abnahme der Rückenspeckdicke der Sauen während der Laktation aufweist. Die Abnahme der Körpermasse der Sauen erfolgt jedoch linear zur ansteigenden Wurfgröße (AULDIST et al. 1994, EISSEN et al. 2003, KIM und EASTER 2001). So stellten KIM und EASTER (2001) eine Abnahme von 1,92 kg Körpergewicht je Ferkel bei einer Wurfgröße zwischen sechs und zwölf Ferkeln fest. Die mittlere Abnahme des Proteingehaltes des Schlachtkörpers nach 21 Tagen betrug dabei 600 g je zusätzlichem Ferkel im Wurf (KIM und EASTER 2001). Auch UDOMPRASERT und POOLPERM (2006) zeigten auf, dass eine Sau mit der Aufzucht einer steigenden Anzahl von Ferkeln mehr Gewicht und Rückenspeckdicke verliert. Dies ist mit einer erhöhten Milchproduktion in Zusammenhang zu bringen (MAES et al. 2004). EISSEN et al. (2003) führen an, dass mit einer ansteigenden Futteraufnahme der Sau eine Reduktion des Körpermasseverlustes der Sauen während der Laktation und ein höheres Absetzgewicht der Ferkel erzielt wird.

2.7.3 Einfluss der Körperkondition auf die Fruchtbarkeit

Die Sauenkondition weist einen Einfluss auf Fruchtbarkeitsparameter wie das Absetz-Besamungs-Intervall und die Abferkelrate in der folgenden Parität auf. So zeigten THAKER und BILKEI (2005), dass das Absetz-Besamungs-Intervall signifikant anstieg, wenn Jungsauen bis zu 5 % Gewicht oder Altsauen mehr als 10 % des Körpergewichtes während der Laktation verloren. Zudem hatte ein Körpergewichtsverlust über 10 % einen negativen Effekt auf die folgende Abferkelrate. Weiterhin beobachteten SKORJANC et al. (2008), dass eine ansteigende Abnahme der Rückenspeckdicke während der Laktation signifikant mit einem verlängerten Absetz-Duldungs-Intervall korreliert. ZAK et al. (1997) wiesen zudem nach, dass Sauen mit einer geringeren Futteraufnahme während der Laktation ein verlängertes Absetz-Duldungs-Intervall zeigten. In diesem Zusammenhang stellten zudem KAUFFOLD et al. (2008) fest, dass sich eine restriktive Fütterung von Jungsauen negativ auf den Hormonhaushalt, insbesondere das Luteinisierende Hormon sowie das Follikelstimulierende Hormon, auswirkte.

2.8 Wachstum der Ferkel

Die Zunahmen der einzelnen Ferkel sind abhängig von der aufgenommenen Sauenmilchmenge (SKORJANC et al. 2007). Dabei beträgt die mittlere Tageszunahme der Saugferkel zwischen 180 und 240 g je Laktationstag im Zeitraum zwischen der Geburt und dem Absetzen (PLUSKE und DONG 1998). Nach LEWIS et al. (1978) benötigt ein Ferkel etwa 4,5 g Sauenmilch je 1 g Gewichtszunahme.

Im Saugferkelalter muss eine gute Grundlage für die sich anschließende Ferkelaufzucht und Mast gelegt werden, denn schwere Ferkel zum Zeitpunkt des Absetzens zeigen auch im Folgenden weiterhin gute Zunahmen (DUNSHEA et al. 2003). Dabei hat das Geburtsgewicht einen großen Einfluss auf das Absetzgewicht des Ferkels (NOBLET et al. 1999, SKORJANC et al. 2007, WOLTER et al. 2002). Je höher das Geburtsgewicht ist, umso höher ist die tägliche Zunahme während der Säugeperiode, der Ferkelaufzucht und der Mast (QUINIOU et al. 2002). Demnach sinken auch die täglichen Zunahmen der Ferkel mit einem abfallendem Geburtsgewicht (NOBLET et al. 1999). Während der Säugeperiode ist kein signifikanter Unterschied in der täglichen Zunahme zwischen männlichen und weiblichen Tieren zu beobachten (DUNSHEA 2001, SKORJANC et al. 2007). Reduzierte tägliche Zunahmen sind hingegen beim Auftreten von Infektionen festzustellen. So wiesen Ferkel in einer Studie von JOHANSEN et al. (2004) nach Diarrhoe eine um 8 g geringere Tageszunahme, nach Arthritis eine um 38 g geringere Tageszunahme und eine im Durchschnitt 21 g geringere Tageszunahme bei den als andere Infektionen zusammengefassten Erkrankungen auf. Einen negativen Effekt weist auch die Ferkelanzahl eines Wurfs auf die Tageszunahme auf (AULDIST et al. 1998). In großen Würfen steigt zwar die Sauenmilchmenge mit zunehmender Nachfrage der Ferkel an (MARSHALL et al. 2006), die Milchmenge, die jedem einzelnen Ferkel zur Verfügung steht, nimmt jedoch ab (KING 2000). Dies wiederum bedeutet, dass mit einer ansteigenden Wurfgröße die einzelnen Ferkel weniger an Gewicht zunehmen (ANDERSEN et al. 2011, AULDIST et al. 1998). Zudem ist bei sehr großen Würfen mit einer

großen Streuung der Geburtsgewichte und somit auch mit sehr leichten Ferkeln zu rechnen (QUESNEL et al. 2008), welche wiederum von vornherein schlechtere Zunahmen zeigen. Die täglichen Zunahmen der Ferkel sind abhängig von der gesäugten Zitze, wobei Saugferkel an den vorderen Zitzen die höchsten Zunahmen, an den mittleren Zitzen eine mittlere Zunahme und an den hinteren Zitzen geringe Zunahmen aufwiesen (NIELSEN et al. 2001). In einer Studie von SKORJANC et al. (2007) wurde ebenfalls gezeigt, dass die Milchproduktion der Sauen und auch die Prestarteraufnahme nicht genügen, um die Bedürfnisse schnell wachsender Saugferkel zu erfüllen. Nach HARRELL et al. (1993) tritt bereits an Tag acht bis zehn eine Wachstumsverlangsamung durch eine begrenzte Sauenmilchmenge auf.

2.9 Mortalität der Ferkel

Während der Säugeperiode ist im Durchschnitt mit einer Mortalitätsrate der Ferkel von circa 12 bis 15 % bei den Ferkeln zu rechnen (KILBRIDE et al. 2012, TUCHSCHERER et al. 2000, WEARY et al. 1996). Dabei stirbt der größte Anteil der Saugferkel in den ersten drei Tagen p.p. (HERPIN et al. 2002, TUCHSCHERER et al. 2000). Erdrückungsverluste machen dabei einen hohen Anteil aus (WEARY et al. 1996). Besonders Ferkel, die am Ende der Geburtsphase der Sau geboren werden und Ferkel, die sich vermehrt am Gesäuge aufhalten, weisen ein erhöhtes Risiko auf zu versterben (BAXTER et al. 2008, TUCHSCHERER et al. 2000). Neben dem Auftreten diverser Erkrankungen (TUCHSCHERER et al. 2000), kann eine allgemein geringe Vitalität Ursache der Verluste sein. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn das Ferkel verzögert Kolostrum aufgenommen hat und infolgedessen eine Hypothermie oder Hypoglykämie zeigt, die direkt oder indirekt über Erdrücken zum Tode führen (ALONSO-SPILSBURY et al. 2007). Das Auftreten einer Hypothermie der Saugferkel ist in den Abferkelställen postnatal daher unbedingt zu vermeiden. Während in dieser Phase anderen Säugetieren der Mechanismus der zitterfreien Thermogenese im braunen Fettgewebe der Wärmebildung dient, fehlen große Depots an braunem Fettgewebe bei den Saugferkeln (JESSEN 2005). In einer Studie von BERG et al. (2006) wird darauf verwiesen, dass das Uncoupling Protein-1 Gen (UCP-1 Gen), welches eine wichtige Rolle in der Thermogenese im braunen Fettgewebe spielt, beim Schwein inaktiviert ist. Ferkel sind demzufolge auf Muskelkontraktionen zur Wärmeerzeugung angewiesen (HERPIN et al. 2002). Bei Umgebungstemperaturen unter 34 °C werden die ohnehin sehr geringen Körperreserven ausschließlich zum Erhalt der Körpertemperatur des Neugeborenen benötigt (ALONSO-SPILSBURY et al. 2007, NOBLET et al. 1997). Die post-partale Aufnahme von Kolostrum deckt zu 60 % ausschließlich die Energie, die für die Wärmeproduktion benötigt wird (LE DIVIDICH et al. 1994). Aus diesem Grund ist eine schnelle Kolostrumaufnahme von mindestens 200 g essentiell, damit das Neugeborene Energie für seine Thermoregulation erhält (QUESNEL et al. 2012). Zudem dient das Kolostrum dem Wachstum und der passiven Immunisierung (QUESNEL et al. 2012). Für das Erdrücken der Saugferkel durch die Sau sind diejenigen Ferkel besonders gefährdet, die sich auf Grund eines Milchmangels häufig am Gesäuge aufhalten (WEARY et al. 1996). Weiterhin wird davon ausgegangen, dass die Verlustraten der Saugferkel zunehmen, je mehr lebend geborene

Ferkel (IgF) je Wurf vorhanden sind (TAEUBERT und HENNE 2003). Ursache dafür ist, dass die Mortalitätsrate der Saugferkel steigt, je geringer die Geburtsgewichte der Ferkel sind (BAXTER et al. 2008). Mit einem Anstieg der Wurfgrößen werden jedoch tendenziell mehr Ferkel mit jeweils geringeren Geburtsgewichten geboren (QUESNEL et al. 2008). Als eine andere Ursache für eine zunehmende Mortalität bei ansteigenden Wurfgrößen stellt FRASER (1990) dar, dass in großen Würfen mehr Ferkel zur Welt gebracht werden, als die Sau natürlicherweise und ohne Hilfe großziehen können. Dies resultiert in einer zunehmenden Mortalität in großen Würfen auf Grund eines größeren Konkurrenzkampfes zwischen den Wurfgeschwistern um einen Platz am Gesäuge (ANDERSEN et al. 2011, MILLIGAN et al. 2001).

2.10 Management großer Würfe

2.10.1 Grundlage des Versetzens und der Ammentchnik

Ansteigende Wurfgrößen haben in den letzten Jahren zu neuen Anforderungen an das Ferkelmanagement geführt (SANDØE et al. 2012). Da Sauen in großen Würfen das Maximum ihrer Milchleistung erreichen (KING 2000), ist die Aufzucht eines großen Wurfs limitiert. Zudem nehmen bei einer ansteigenden Anzahl lebend geborener Ferkel je Wurf die Verlustraten der Saugferkel zu (TAEUBERT und HENNE 2003). Um dennoch die Aufzucht der Ferkel weitgehend sicher zu stellen, haben sich verschiedene Versetztechniken und Ammensysteme etabliert. So wird der sogenannte Wurfausgleich, ein Ausgleich der Ferkelzahlen an den einzelnen Sauen nach der Geburt und nach dem Abschluss der Kolostralphase, genutzt (WIEDMANN 2012). Dabei werden einzelne Ferkel an andere Sauen, mit weniger geborenen Ferkeln als funktionsfähige Zitzen vorhanden sind, versetzt (WIEDMANN 2012). In Betrieben mit hoch fruchtbaren Sauengenetiken, wie beispielweise dänischer Genetik (LEHNERT 2007), sind nach der Geburt häufig eine Anzahl von Ferkeln vorhanden, welche die Anzahl der funktionsfähigen Zitzen der Sauen übersteigt. Dabei ist mit einem Leiden der Saugferkel und des Muttertieres zu rechnen. So steigen die negativen Effekte auf die Tiere (VASDAL et al. 2011), die durch sinkende Tageszunahmen (AULDIST et al. 1998) und zunehmende Verlustraten der Saugferkel offensichtlich werden (TAEUBERT und HENNE 2003). Als Unterstützung der Aufzucht werden bei Würfen hoch fruchtbarer Sauen verschiedene Ammensysteme genutzt. Dabei wird zwischen natürlichen und künstlichen Ammensystemen unterschieden (KNOOP 2009).

2.10.2 Wurfausgleich durch Versetzen

MILLIGAN et al. (2001) untersuchten inwiefern sich ein Versetzen der Ferkel zwischen den Würfen auf leichtgewichtige Ferkel hinsichtlich ihres Gewichtszuwachses und des Säugeverhaltens auswirkt. Es wurde kein Unterschied zwischen versetzten und nicht versetzten Ferkeln hinsichtlich ihrer bevorzugten Zitzenposition, der Anzahl der Saugakte oder dem Zeitraum des Verbleibes an den Zitzen nach dem Säugen beobachtet (MILLIGAN et al. 2001). Einen Einfluss auf die Standardabweichung der gemessenen Ferkelgewichte während der gesamten Säugeperiode wies vor allem die Uniformität des Wurfs und nicht die Wurfgröße zu Beginn der Säugeperiode auf

(MILLIGAN et al. 2001). In variablen Würfen nahmen schwere Ferkel signifikant mehr zu als leichte Ferkel. In uniformen Würfen war kein Unterschied hinsichtlich der Gewichtszunahmen zu beobachten (MILLIGAN et al. 2001). Mit ansteigender Wurfgröße wurden jedoch weniger Saugakte und mehr Kämpfe um die Zitzenordnung festgestellt (MILLIGAN et al. 2001). Ein Anstieg an Kämpfen zwischen zueinander versetzten Ferkeln wurde nicht beobachtet (MILLIGAN et al. 2001).

2.10.3 Ammensysteme

Bei der Verwendung natürlicher Ammen werden die größten und vitalsten Ferkel eines Wurfs, nach einer ausreichenden Kolostrumaufnahme an der Muttersau zu einer Ammensau versetzt (ENGELS 2011). Deren eigene Ferkel werden kurz vorher abgesetzt, so dass die Ammensauen ihre eigenen und im Anschluss die zugesetzten Ferkel säugen (NIGGEMEYER 2008). Aus diesem Grund sollte der Gesäugezustand und die Kondition der Sau eine weitere Säugeperiode ermöglichen (NIGGEMEYER 2008).

Bei einem natürlichen Ammensystem besteht der Vorteil darin, dass keine Investitionskosten in die Technik getätigt werden müssen und die Ferkel durch Sauen gesäugt werden (KNOOP 2009). Nachteile dieses Managementsystems stellen die Belastung der Ammensau durch das zusätzliche Absäugen, das eventuelle Fehlen einer ausreichenden Anzahl von Ammensauen und eine durch das Versetzen und Zusammensetzen von Ferkeln aus verschiedenen Würfen reduzierte Tierhygiene dar (KNOOP 2009). Zudem wird empfohlen, Ammensauen mit den an sie versetzten Ferkeln in zusätzliche Abteile einzustallen, wodurch jedoch weiterer Raum benötigt wird (KNOOP 2009). Befinden sich die Ammensauen bereits in der fortgeschrittenen Laktation, entspricht die Sauenmilch der Ammensauen zudem nicht den Anforderungen weniger Tage alten Ferkeln (ENGELS 2011).

Bei den künstlichen Ammensystemen wird zwischen Systemen, die zusätzlich zur Sauenmilch Milch in der Abferkelbucht anbieten und Systemen, die zur alleinigen Aufzucht der Saugferkel ohne Muttersau genutzt werden, unterschieden. So besteht die Möglichkeit, zusätzlich zur Sauenmilch Milchaustauscher in Schalen anzubieten, welcher manuell zu dosieren ist. Zudem existieren automatische Systeme, bei denen die Ferkel durch das Betätigen eines Nippels einer Milchtasse ad libitum Milchaustauscher zusätzlich zur Sauenmilch über ein Leitungssystem aus einem Vorratstank abrufen können. Eine tägliche säurehaltige Reinigung des Systems sowie eine alkalische Reinigung nach Ausstallung soll die Hygiene des Systems unterstützen. Diese automatisierte Beifütterung von Ersatzmilch direkt in der Abferkelbucht wird weiter unten detailliert erläutert.

Weiterhin werden technische Ammen in Form von hochstehenden Kästen angeboten, in welche zehn bis zwölf Saugferkel gesetzt werden und mutterlos bis zum 21. Tag aufgezogen werden (NIGGEMEYER 2008). In diesen mit Rotlicht beheizten Kammern erhalten die Ferkel über das Betätigen eines Nippels der Milchtassen ad libitum Milchaustauscher, der täglich frisch angemischt wird (NIGGEMEYER 2008). Weiterhin existieren verschiedene Futterautomaten auf Milch- oder

Milchbreibasis. Mithilfe dieser künstlichen Ammen werden die Saugferkel in einer separaten Abferkelbucht oder einem Abteil aufgezogen.

Die künstlichen Ammensysteme haben den Vorteil, dass keine Sauen als Ammensauen überdurchschnittlich lange gesäugt werden, wodurch die Kondition und das Gesäuge der Sau geschont werden (KNOOP 2009). Zudem ist es auch aus tierhygienischer Sicht von Bedeutung, da ein konsequentes Rein-Raus-System betrieben werden kann (KNOOP 2009). Weiterhin steht die Technik, im Gegensatz zu einer ausreichenden Anzahl an Ammensauen, dauerhaft bereit (KNOOP 2009). Bei Beifütterungssystemen in der Abferkelbucht sind als weitere Vorteile der direkte Kontakt zur Muttersau und die mögliche Aufnahme von natürlicher Sauenmilch zu nennen. Der letztgenannte Punkt ist für die gute Entwicklung der Saugferkel relevant, da in der Sauenmilch auch Wachstumsfaktoren, wie bspw. der epidermale Wachstumsfaktor und insulinähnliche Wachstumsfaktoren, enthalten sind (XU et al. 2000). Diese spielen eine Rolle bei der Ausdifferenzierung des Gastrointestinaltraktes und der Regeneration der gastrointestinalen Mukosa (XU et al. 2000). Zudem weist Sauenmilch Kreatin auf, welches wichtig für das schnelle Wachstum der Ferkel ist (BROSNAN et al. 2009). So werden bei Ferkeln etwa 25 % des benötigten Kreatin über die Sauenmilch und 75 % durch die Eigensynthese im Stoffwechsel zur Verfügung gestellt (BROSNAN et al. 2009).

Jedoch ist bei Saugferkeln von Beginn an eine ausschließliche Fütterung von aus Milchpulver angesetzter Milch möglich, da der Verdauungstrakt an Milch angepasst ist (KNOOP 2009). Zu beachten ist, dass angesetzte Milch rasch verdirbt und daher meist täglich frisch angeboten werden muss und die Systeme regelmäßig und je nach Herstellerangaben gereinigt und desinfiziert werden sollten (KNOOP 2009). Bei allen technischen Ammen müssen zudem die zusätzlich benötigte Arbeitszeit des Personals für die Betreuung, die Anschaffungskosten für das System und die fortwährenden Futterkosten berücksichtigt werden (KNOOP 2009). Bei technischen Systemen, welche die Sau vollständig ersetzen, ist das Absetzen weniger Tage alter Saugferkel kritisch zu sehen. Dabei ist zu beachten, dass Saugferkel nach der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV §27 Abs1) erst im Alter von über vier Wochen abgesetzt werden dürfen oder im Alter von drei Wochen, wenn die Ferkel in gereinigte und desinfizierte Ställe gebracht werden. Ausnahmen werden ausschließlich bei drohender Gefahr des Leidens und bei Schmerzen der Muttertiere oder der Saugferkel toleriert. Nach der Geburt einer Anzahl von Ferkeln, die die Anzahl der funktionsfähigen Zitzen der Sauen übersteigt, ist mit einem Leiden der Saugferkel und des Muttertieres, auf Grund steigender negativer Effekte (VASDAL et al. 2011), wie bspw. sinkenden Tageszunahmen (AULDIST et al. 1998) und zunehmende Verlustraten der Saugferkel (TAEUBERT und HENNE 2003) zu rechnen. Eine fortwährende Nutzung von Ammen, die auf einer mutterlosen Aufzucht basieren, wird im Hintergrund der Ausnahmeregelung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung trotz allem fragwürdig gesehen (KNOOP 2009).

2.11 Beifütterung der Ferkel

2.11.1 Beifütterung von Prestarter

Der Verdauungstrakt der Saugferkel während der Laktation und zum Zeitpunkt des Absetzens ist vor allem an die Verdauung der Milch und ihrer Bestandteile angepasst, nicht aber an die Verdauung von pflanzlichen oder tierischen Bestandteilen, wie sie nach dem Absetzen angeboten werden (RIEWENHERM et al. 2011). Eine Beifütterung mit Prestarter ab der zweiten Lebenswoche soll dem Saugferkel diesen Übergang zur pflanzlichen und tierischen Nahrung erleichtern (WEBER und STRACK 2011). So wird durch das strukturierte Futter das Volumen des Verdauungstraktes erhöht (DLG 2008, WEBER und STRACK 2011). Während der Säugeperiode ist die Aktivität der Laktase, welche für den Abbau der Laktose in der Sauenmilch verantwortlich ist, hoch (DLG 2008). Die Aktivitäten der eiweißspaltenden Enzyme Protease und der fettspaltenden Enzyme Lipase nehmen dagegen erst allmählich zu (DLG 2008). Die Laktase erreicht etwa in der ersten bis zweiten Laktationswoche ihr Maximum und sinkt anschließend langsam ab (WOLFRAM und SCHARRER 2009). Mit der Aufnahme von Prestarter steigt die Amylase- und Disaccharidase-Aktivität langsam an (WOLFRAM und SCHARRER 2009). Die Aktivität der Proteasen, wie Pepsin und Trypsin, erhöht sich während der Laktationsphase nur langsam, während die Lipase-Aktivität gleichmäßig zunimmt (DLG 2008).

Die Gabe des Prestarters unterstützt die Entwicklung der Verdauungsenzyme, was auch als „Enzymtraining“ bezeichnet wird (DLG 2008, WEBER und STRACK 2011). Neben der Funktion als „Enzymtrainer“ (DLG 2008) stellt der Prestarter eine zusätzliche Energiequelle für die Saugferkel dar, welcher aber auf Grund der Aufnahme geringer Mengen nicht zu hoch zu bewerten ist (OKAI et al. 1976, PAJOR et al. 1991, SKORJANC et al. 2007, WEBER und STRACK 2011). Wichtig ist, dass das Futter aromatisch und gut verdaulich ist, um eine gute Aufnahmeleistung der Ferkel zu erreichen (WEBER und STRACK 2011). Die Aufnahmemenge des Prestarter variiert stark zwischen den einzelnen Ferkeln und den einzelnen Würfen (PAJOR et al. 1991). Ferkel mit einem größerem Geburtsgewicht nehmen mehr Prestarter je Tag auf, was auf eine höhere Hierarchie des Ferkels an der Futterschale zurückzuführen ist und mit einer besseren Ausreifung des Magen-Darm-Traktes einhergeht (PAJOR et al. 1991). PAJOR et al. (1991) schlussfolgerten, dass die Aufnahme von Prestarter somit eher mit der Maturität des Gastrointestinaltraktes als mit einem möglichen geringen Sauenmilchangebot in Verbindung steht. Ein Ferkel frisst dabei laut PAJOR et al. (1991) bei einem Alter von 20 Tagen etwa 5 g Prestarter je Tag und an Tag 23 bereits 50 g Prestarter je Tag. Auch in einer Studie von PUPPE und TUCHSCHERER (2000) wurde festgestellt, dass die Prestarteraufnahme der Ferkel in den ersten zwei Wochen der Laktation zunächst gering war und besonders in der dritten Laktationswoche anstieg.

2.11.2 Milchbeifütterung

Ferkel, welche die Möglichkeit haben im Abferkelstall zusätzlich zur Sauenmilch Milchaustauscher aufzunehmen, weisen ein schnelleres Wachstum im Zeitraum zwischen der Geburt und dem

Absetzen auf, als die Kontrollferkel (AZAIN et al. 1996, DAVIS et al. 2002, DUNSHEA et al. 1999, KING et al. 1998, WANG et al. 2005, WOLTER et al. 2002). In der Studie von KING et al. (1998) wurde dabei festgestellt, dass kein Unterschied in der Wachstumsrate bis zum 14. Laktationstag zu beobachten war. In dem sich anschließenden Zeitraum der späten Laktation wiesen die Ferkel der Versuchsgruppe eine höhere Wachstumsrate als die Kontrollferkel auf. In einer Studie von DUNSHEA et al. (1999) wurde im Zeitraum zwischen dem 10. und 20. Laktationstag Milch beigefüttert und ebenfalls eine höhere tägliche Zunahme der beigefütterten Ferkel im Vergleich zur Kontrollgruppe erreicht. Da die Aufnahme der Sauenmilch durch die Ferkel mit etwa einer Woche p.p. limitiert sein soll, wird von einer verbesserten Wachstumsrate künstlich aufgezogener Ferkel ausgegangen, da sie ihr Wachstumspotential vollkommen ausschöpfen (HARRELL et al. 1993). Eine signifikant erhöhte Tageszunahme bei einem ad libitum Angebot des Milchaustauschers zusätzlich zur Sauenmilch konnte jedoch in einer Studie von KING et al. (1998) nicht erreicht werden.

Während des Laktationszeitraumes nimmt die tägliche Aufnahme an Milchaustauscher durch die Versuchsferkel zu (KING et al. 1998). Zum Zeitpunkt des Absetzens erreichen Ferkel, die zusätzlich Milch zur Sauenmilch aufnehmen, ein höheres Absetzgewicht und ein höheres gesamtes Wurfgewicht (AZAIN et al. 1996, GROSSE BEILAGE und BLAHA 2009, MILLER et al. 2012, RATLIFF et al. 2005, WOLTER et al. 2002). Bei der Betrachtung der Varianz der Wurfgewichte innerhalb eines Wurfes zum Zeitpunkt des Absetzens wurde in den Studien von GROSSE BEILAGE und BLAHA (2009) sowie von WOLTER et al. (2002) kein Unterschied zwischen der mit Milch supplementierten Gruppe und der Kontrollgruppe beobachtet. Grundsätzlich wurden bei diesen Studien gleichviele Ferkel, im Durchschnitt zehn bis zwölf, bei den einzelnen Sauen der Kontroll- und Versuchsgruppe belassen.

In einer Studie von MILLER et al. (2012) wurde untersucht, inwiefern sich die Milchbeifütterung zusätzlich zur Sauenmilch auf die Nachkommen von Jung- und Altsauen der Versuchsgruppe im Vergleich zu solchen der Kontrollgruppe auswirkte. Ohne Milchbeifütterung bestand ein signifikanter Unterschied in den Absetzgewichten der Ferkel der Jung- und Altsauen (MILLER et al. 2012). Mit einer Milchbeifütterung von Milchaustauscher für Kälber ab dem dritten Laktationstag bis zum Absetzen wurde bei den Ferkeln der Jungsaunen ein höheres Absetzgewicht im Vergleich zu den Ferkeln der nicht supplementierten Gruppe der Jungsaunen und ein ähnliches oder höheres Gewicht im Vergleich zu den nicht mit Milch beigefütterten Ferkeln der Altsauen erreicht. Weiterhin wurde ein saisonaler Einfluss auf die Aufnahme der beigefütterten Milch in den Studien von AZAIN et al. (1996) und MILLER et al. (2012) festgestellt. Dabei waren die Absetzgewichte der Ferkel im Winter größer (AZAIN et al. 1996, MILLER et al. 2012). Der Verbrauch der zusätzlich angebotenen Milch wie auch die Absetzgewichte der Versuchs- im Vergleich zur Kontrollgruppe waren besonders deutlich während des Sommers erhöht (MILLER et al. 2012). Da bei einer verminderten Futteraufnahme der Sau, beispielsweise bei höheren Temperaturen, eine reduzierte Milchproduktion die Folge sein kann (MACHARIA 2012), wird speziell in diesen Zeiträumen ein zusätzliches Milchangebot für die Ferkel effizient.

Den Verlauf der Gewichtsentwicklung bis zur Schlachtung von mit Milch supplementierten Ferkeln gegenüber Ferkeln einer Kontrollgruppe untersuchten WOLTER et al. (2002). Dabei wurden die Folgen einer Milchbeifütterung von Ferkeln analysiert, indem die Ferkel in Gruppen nach leichten (1,3 kg) oder schweren Geburtsgewichten (1,8 kg) sortiert wurden. Die Hälfte dieser Gruppen erhielt vom 3. Laktationstag bis zum Absetzen am 21. Laktationstag künstlichen Milchaustauscher, der den Ferkeln in Plastikbehältnissen zur Verfügung stand. Dabei waren die Ferkel der supplementierten Gruppe zum Zeitpunkt des Absetzens signifikant schwerer als die Ferkel der Kontrollgruppe. Weiterhin wurde die Gewichtsentwicklung der Ferkel bis zur Schlachtung untersucht, wobei das Geburtsgewicht des Ferkels einen größeren Effekt auf die spätere Leistung des Ferkels ausübte als die Zufütterung von Ersatzmilch (WOLTER et al. 2002). Eine Untersuchung der Gewichtszunahme und Überlebensrate von Saugferkeln, die in der Abferkelbucht mit Milch beigefüttert wurden, ergab keine signifikanten Unterschiede in der Gewichtszunahme und der Überlebensrate nach dem Absetzen (MILLER et al. 2012).

In der Studie von KING et al. (1998) wurde untersucht, ob die zusätzliche Milchbeifütterung der Ferkel an der Sau zu einer veränderten Säugefrequenz der Ferkel führt. Dabei wurde kein Unterschied zur Kontrollgruppe festgestellt. Häufig nahmen die Ferkel direkt nach einem Saugakt an der Sau zusätzliche supplementierte Milch auf (KING et al. 1998). Das spricht dafür, dass die Ferkel die Sauenmilch bevorzugen und die Menge der aufgenommenen Sauenmilch bei einer zusätzlichen Beifütterung von Milch nicht abnimmt (KING et al. 1998).

In einigen Studien wurde eine tendenziell bis signifikant geringere Ferkelmortalität durch die Zufütterung der Ersatzmilch zur Sauenmilch festgestellt (RATLIFF et al. 2005, WOLTER et al. 2002). In den Studien von AZAIN et al. (1996), KING et al. (1998) und MILLER et al. (2012) wurde kein Unterschied in der Überlebensrate der Ferkel der Versuchs- und Kontrollgruppe beobachtet. Bei dem Vergleich der Häufigkeit medikamenteller Behandlungen der Ferkel zwischen der mit Milch beigefütterten Gruppe und der Kontrollgruppe stellten MILLER et al. (2012) keinen Unterschied fest. In diesen Studien wurde nicht nach den einzelnen Verlustursachen aufgeschlüsselt.

VAN DEN BORNE et al. (2007) untersuchten den Effekt von Milchaustauscher im Vergleich zu natürlicher Sauenmilch auf die Zusammensetzung des Pankreassaftes bei Ferkeln mit einem durchschnittlichen Gewicht von 6,6 kg. Dabei wurden keine Unterschiede im Proteingehalt und der Trypsinaktivität des Pankreassaftes festgestellt, allerdings wurde ein größeres Volumen an Pankreassaft bei einer künstlichen Milchbeifütterung freigesetzt (VAN DEN BORNE et al. 2007). Dabei kann das geringe Vorkommen oder Fehlen von bioaktiven Substanzen wie Hormonen, Enzymen oder Lactoferrin in den angebotenen Milchaustauschern durch diverse Prozesse zu einer erhöhten Sekretion von Pankreassaft der Saugferkel führen. Vor allem der Mangel an antimikrobiellen Substanzen im Milchaustauscher kann die Ausschüttung von Pankreassaft erhöhen, da diesem ebenfalls eine antimikrobielle Wirkung zugeschrieben wird (VAN DEN BORNE et al. 2007). In einer Studie von WANG et al. (2005) wurde zudem geprüft, ob das zusätzliche Angebot des Milchaustauschers von Laktationstag 22 bis zum Absetzen am

Laktationstag 34 Auswirkungen auf die Enzyme der Bürstensaummembran der Enterozyten zeigt. Dabei wurde kein Effekt der Milchbeifütterung auf die Enzyme festgestellt. So sinkt mit und ohne Milchbeifütterung nach dem Absetzen die Laktase-Aktivität, während die Maltase- und Sukrase-Aktivitäten auf gleichem Niveau bleiben (WANG et al. 2005).

Weiterhin ist relevant, inwiefern sich die Milchbeifütterung der Ferkel auf die Sau auswirkt. WOLTER et al. (2002) und AZAIN et al. (1996), die den Ferkeln zusätzliche Milch zwischen dem zweiten bzw. dritten Laktationstag bis zum Absetzen anboten, beschreiben, dass kein Einfluss der Milchbeifütterung auf die Futteraufnahme und den Körpergewichtsverlust der Sau vorhanden war. AZAIN et al. (1996) schlussfolgerten, dass durch eine Milchbeifütterung keine veränderte Anforderungen der Ferkel an die Sau gestellt werden. In einer Studie von KING et al. (1998) wurden zwischen dem 3. bis zum 28. Laktationstag die Auswirkungen auf das Wachstum der Ferkel in einer unsupplementierten Gruppe, einer mit Kuhmilch beigefütterten Gruppe und einer mit synthetischer Sauenmilch beigefütterten Gruppe beschrieben. Nach dem Versetzen verblieben in beiden Gruppen jeweils zwölf Ferkel. Während der Säugeperiode verloren die Sauen der mit Kuhmilch beigefütterten Gruppe am wenigsten Körpergewicht mit 11,9 kg, gefolgt von der mit synthetischer Milch supplementierten Gruppe mit 19,8 kg Verlust an Körpergewicht zwischen dem Ein- und Ausstallen. Die Sauen der nicht supplementierten Gruppe verloren 23,1 kg Körpergewicht.

In einer Studie von DUNSHEA et al. (1999) wurde zwischen dem Laktationstag 10 und 20 Milch zusätzlich zur Sauenmilch supplementiert. Es war kein signifikanter Effekt der Milchbeifütterung auf die Futteraufnahme, den Verlust der Körpermasse und die Rückenspeckdicke der Sau vorhanden. Trotz fehlender signifikanter Unterschiede wurde in der Studie von DUNSHEA et al. (1999) eine 1,6 kg geringere Gewichtsabnahme und eine 1,1 mm geringere Rückenspeckdickenabnahme zwischen dem Abferkeln und dem 20. Laktationstag bei den Versuchssauen ermittelt.

Hinsichtlich der Anzahl agF je Sau wurden zudem tendenziell mehr Ferkel in der mit Milchaustauscher beigefütterten Gruppe abgesetzt (RATLIFF et al. 2005, WOLTER et al. 2002).

3 Tiere, Material und Methoden

3.1 Ziel des Versuches

Das Ziel dieser Studie war es, zu überprüfen, ob die Aufzucht von Würfen mit einer Milchbeifütterung in der Abferkelbucht im Vergleich zur herkömmlichen Aufzucht Effekte auf die Gesundheit und die Leistung der Ferkel und Sauen zeigt.

3.2 Zeitraum und Ort der Durchführung

Die praktische Versuchsdurchführung fand von Juli 2011 bis April 2012 im Sauenstall des Lehr- und Versuchszentrums Futterkamp statt. Dieses 210 ha umfassende Gut gehört der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein an. Es werden 210 Milchkühe inklusive Nachzucht, 380 Sauen, 2.500 Ferkel zur Aufzucht sowie 1.400 Mastschweine gehalten. Die anschließende Auswertung der erfassten Daten erfolgte an der Professur für Hygiene und Reproduktionsphysiologie in der Nutztierhaltung am Institut für Agrar- und Ernährungswissenschaften der Martin-Luther-Universität in Halle (Saale).

3.3 Versuchstiere

3.3.1 Übersicht

Für die Untersuchung standen in der Versuchsgruppe 60 Versuchssauen, 17 davon wiederholt eingestallt, und ihre Nachzucht (1.007 Ferkel) zur Verfügung. Die Kontrollgruppe umfasste 60 Versuchssauen, 23 davon wiederholt eingestallt, und ihrer Nachzucht (963 Ferkel). Es wurden ausschließlich Sauen der Genetik Porkuss[®] verwendet, welche mit Piétrain Ebern eingekreuzt wurden. In beiden Gruppen handelte es sich im Durchschnitt um Sauen in der vierten Parität bzw. der ersten bis zehnten Laktation.

3.3.2 Einteilung in Versuchs- und Kontrollgruppen

Die Sauen wurden bei Einstellung randomisiert (MS Excel[®]) der Versuchs- oder der Kontrollgruppe, zugeteilt. Weiterhin fand eine randomisierte Verteilung der jeweiligen Abferkelbuchten zur Kontroll- oder Versuchsgruppe im Versuchsstall statt. Durch alleinigen Umbau der Milchtassen konnte je nach Randomisieren eine Versuchsbucht zur Kontrollbucht oder viceversa umfunktioniert werden.

3.3.3 Haltung der Versuchstiere

Im *Abferkelbereich* des Lehr- und Versuchszentrums Futterkamp wurden zwei von insgesamt fünf Abferkelabteilen mit je acht Buchten für den Versuch genutzt. Der Versuch fand in 15 Durchgängen statt. Dabei standen für einen Versuchsdurchgang jeweils vier identisch aufgebaute Versuchs- und vier Kontrollbuchten zur Verfügung. Für die Untersuchung wurde das Supp-Le-

Milk[®]-System (Kapitel 3.5.1) installiert. In den jeweiligen Versuchsbuchten wurden sogenannte Milchtassen (Abbildung 5) auf die Zuleitungen aufgeschraubt, so dass die Ferkel ad libitum Milch aufnehmen konnten. In den Kontrollgruppen verschlossen Blindstopfen die Milchöffnung (Abbildung 6).



Abbildung 5: Milchtasse für die Aufnahme von Ersatzmilch durch die Ferkel der Versuchsgruppe

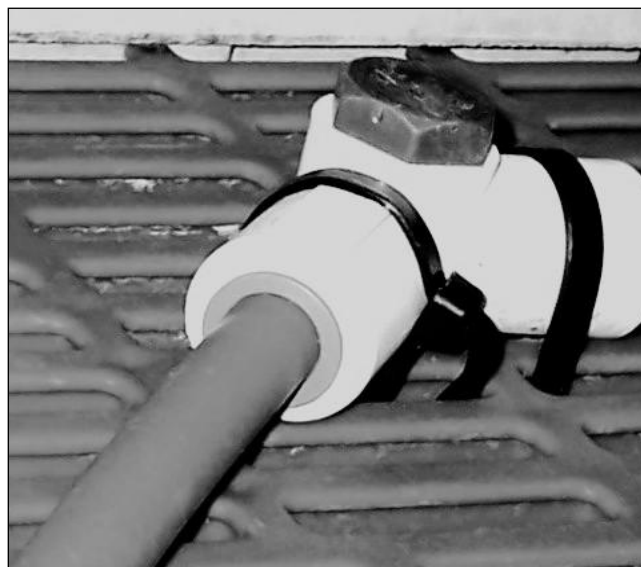


Abbildung 6: Verschluss der Milchleitung durch einen Blindstopfen in der Kontrollgruppe

Der Versuchszeitraum eines Versuchsdurchganges umfasste dabei den Zeitraum vom Einstellen der Sauen bis zum Ausstallen der Sauen bzw. dem Absetzen der Ferkel. Die Abferkelung erfolgte im Wochenrhythmus. Die Ferkel wurden in einem Alter von durchschnittlich 27 Tagen abgesetzt und in die Ferkelaufzucht verbracht.

Eine *Versuchsbucht* (Abbildung 7) wies eine Größe von 5,2 m² auf. Am 108. Trächtigkeitstag wurden die zur Abferkelung anstehenden Sauen aus dem Wartebereich heraus selektiert und in ein frisch gereinigtes und desinfiziertes Abferkelabteil umgestallt. Die Sauen wurden in gerader Aufstallung mit einem frontal aufgehängten Ferkelschutzkorb (Fa. En-Sta, Beckum, Deutschland)



Abbildung 7: Abferkelbucht im Versuchsstall. Im Bild unten rechts ist eine installierte Milchtasse zu erkennen.

fixiert. Dieser konnte der Tiergröße angepasst werden. Saloon-Türen (Fa. En-Sta, Beckum, Deutschland) am hinteren Ende ermöglichten ein Ein- und Ausstallen sowie Eingriffe am Tier. Der Liegebereich der Sauen bestand aus einem teilperforierten Gussrost, welcher im hinteren Bereich Kotschlitze aufwies. Der Ferkelbereich wurde durch Kunststoffgitter ausgestaltet und umlagerte den Sauenbereich. Zudem war ein Ferkelnest vorhanden, dessen Platte durch einen Warmwasserzulauf erwärmt wurde. In Richtung der Gülle befand sich zudem eine Isolierung, um einen starken Wärmeverlust zu reduzieren. Der Wärmeverlust in Richtung Stallraum wurde durch eine aus Metall befindliche Nestabdeckung verhindert. An dieser waren für die ersten sieben Lebenstage der Ferkel Infrarot-Lampen (100W, Fa. Interheat, Kyonggido, Korea) angebracht. Als Tränke diente sowohl der Sau als auch den Ferkeln eine Mutter-Kind-Tränke mit Aquarelevel Funktion (Mod.20, Fa. Suevia, Kirchheim, Deutschland), welche am Kopfende der Sau befestigt war. Dort befand sich auch der Futtertrog. Die Futterversorgung der Sauen im Abferkelstall fand über eine Spotmix Multiphasenfütterung[®] (Fa.Schauer Agrotronic, Prambachkirchen, Österreich) statt.

Als Beschäftigungsmaterial für die Sauen diente ein an einer Kette am Ferkelschutzkorb befestigtes Kunststoffrohr. Für die Ferkel war ein an einer Metalkette hängender Ball an einer Seite der Bucht angebracht. Die Sau wurde mit dem Kopf zur Wandseite eingestallt, so dass tägliche Reinigungsarbeiten vom Gang aus erledigt wurden. Das Lichtregime wurde manuell gefahren, so dass der durchschnittliche Lichttag von 6 bis 20 Uhr dauerte. Das Klima eines jeden Abferkelabteiles konnte über ein außerhalb des Abteils angebrachtes digitales Regelgerät (Fa. Möller, Diepholz, Deutschland) angesteuert werden. Im Sommer konnte zusätzlich eine

Sprühbefeuchtungsanlage zur Abkühlung der Sauen beitragen. Täglich strömte frische Luft über eine im Tierbereich befindliche Rieseldecke in das Abteil. Die Abluft wurde über einen 0,4 m² großen Ansaugstutzen angesogen, in einen Abluftkanal geführt und schließlich über einen Ventilator in ein Abluftrohr nach außen geleitet.

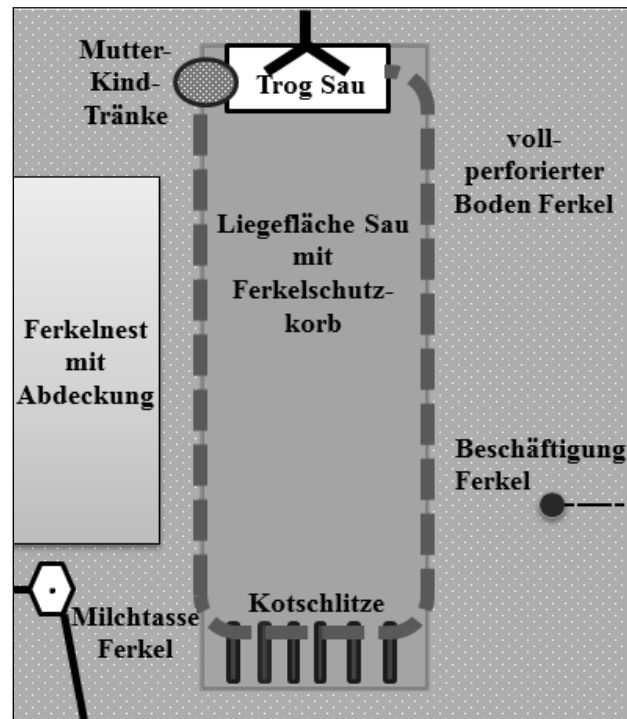


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Versuchsbuchten

Nach dem Absetzen wurden die Sauen ins *Deckzentrum* getrieben. Dieses wies 34 Kastenstände für abgesetzte Altsauen, 25 Plätze für neu erworbene Zuchtläufer und zwei Eberplätze auf. Die Altsauen wurden in Kastenständen (Fa. En-Sta, Beckum, Deutschland) und dem Arbeitsgang abgewandt eingestallt. Dies ermöglichte eine gute Rauschekontrolle. Der Zutritt in den Kastenstand war über verschieden aufklappbare Saloon-Türen (Fa. En-Sta, Beckum, Deutschland) möglich. Vor den Sauen befand sich ein Laufgang für den Eber mit eingebauten Eberpendeltoren. Am Kopfende war zudem ein Metalltrog vorhanden. Jeweils zwei Sauen bekamen über eine Rohrzuleitung eine täglich rationierte Futterportion über eine Spotmix-Fütterung verfüttert (Fa. Schauer, Prambachkirchen, Österreich). Zur Beschäftigung fanden die Sauen zudem einen Gummiball vor. Die Liegefläche der Sauen bestand etwa zu gleichen Anteilen aus einem planbefestigten Betonboden am Kopfende und einem Spaltenboden am Schwanzende der Sau. Die zwei Eber wurden freilaufend in nebeneinander liegenden Buchten eingestallt und konnten sich während der Besamung zur Stimulation der Sau auf dem Laufgang bewegen. Die Jungsauen wurden in den Produktionsrhythmus mit 18-tägiger Gabe von Altrenogest (Regumate[®], Fa. Janssen-Cilag, Neuss, Deutschland) eingegliedert und letztendlich besamt. Die Klimaregulierung fand über ein Steuergerät (Fa. Möller, Diepholz, Deutschland) statt. Der Lichttag dauerte 14 Stunden. Zur zusätzlichen Lichtleistung war eine Lichtleiste über jeweils vier Sauen angebracht.

Nach dem Verweilen von einer Woche im Deckzentrum wurden die Sauen in den *Wartestall* verbracht. Dort befanden sich im Durchschnitt 260 Sauen in Gruppenhaltung. Des Weiteren waren zusätzlich 16 Kastenstände vorhanden sowie eine Eberbucht. Über ein Eberfenster nahmen die Sauen Sichtkontakt mit dem Eber auf. Es erfolgte eine Aufstallung in Gruppenhaltung ab dem 2. bis zum 107. Trächtigkeitstag. Jungsauen und Altsauen wurden getrennt in zwei Gruppen gehalten. Als Liegefläche für die Sauen diente ein planbefestigter Betonboden, welcher eine Neigung von 4 % aufwies. Dieser befand sich entlang der Stallwand. Eine Ummauerung ließ zehn abgetrennte Liegebuchten entstehen, welche zur Stallmitte hin offen zugänglich waren. Außerhalb dieser Liegebuchten befanden sich Spaltenböden, um den Kot- und Urinabfluss sicher zu stellen. In der Mitte des Stalles stand eine Futterstation (Fa. Schauer, Prambachkirchen, Österreich), an welcher die Tiere ihre Futterportion über einen im Ohr angebrachten Transponder abriefen. Fütterungszeit war hierbei von 19 Uhr des Vortages bis 13 Uhr des Folgetages. Bei erforderlicher Selektion wurden die Tiere über ihre Ohrmarke im Futterstand ausgelesen und nicht in die Gruppenhaltung zurück gelassen sondern in eine zentral abgegrenzte Bucht geleitet. Weiterhin war jeweils bei den Jungsauen und bei den Altsauen eine Raufe für Stroh vorhanden, an welcher die Tiere Rohfaser und Beschäftigungsmaterial aufnahmen. Zusätzlich befand sich an einer Seite des Stalles eine Empore, über welche Besuchern Einblick in die Haltung der tragenden Sauen gewährt wurde. Der Lichttag dauerte etwa von 6 bis 16 Uhr an, außerhalb dieser Zeiten waren drei Nachtleuchten angeschaltet. In der Mitte des Daches befand sich zudem ein lang gezogener Lichtfirst über welchen Tageslicht in den Stall eindrang. Das Klima wurde über ein Reguliersystem eingestellt. Die mittlere Temperatur im Stall betrug etwa 18 °C. Die Belüftung erfolgte mit Unterdruck, wobei die Luft über seitlich an der Wand eingestellte Ventile zugeführt wurde. Hierbei gelangte die frische Luft nicht direkt zu den Tieren, sondern wurde zuerst zum Kamin gezogen, dann in die Mitte des Stalles abgesenkt und letztendlich zu den Tieren gelenkt.

3.3.4 Messung der Umgebungstemperatur im Stall

Im Abferkelstall fand eine tägliche Dokumentation der Stalltemperatur (Mini-/Maxi-Thermometer, Fa. Egufer, Köln, Deutschland) statt. Dafür wurde jeden Morgen im Stall die minimale und maximale Temperatur abgelesen. Es stand ein Thermometer pro Abferkelabteil zur Verfügung, welches auf Kopfhöhe der Sauen hing.

3.4 Gesundheitsmanagement

3.4.1 Sauen

Zur Zeit der Versuchsdurchführung wurde folgender Impfplan im Schweinebestand des Lehr- und Versuchszentrums Futterkamp durchgeführt: Bei Zukauf von Jungsauen erhielten diese an Tag 1 im Rahmen der Eingliederung Impfungen gegen das *PRRS-Virus* (Porcines Reproductives und Respiratorisches Syndrom Virus), *Parvoviridae* (Alter>180.Lebenstag), *Erysipelothrix rhusiopathiae* (Alter>180.Lebenstag), *Circoviridae*, *Mycoplasmataceae* und *Hämophilus parasuis*. Am siebten Tag der Quarantäne wurde zudem gegen *Actinobacillus pleuropneumoniae* geimpft.

Die zweite Impfung gegen *PRRS*, *Parvoviridae*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Mycoplasmataceae*, *Circoviridae* und *Hämophilus parasuis* wurde zwischen dem 21. und 28. Tag durchgeführt. Weiterhin folgte zwischen dem 28. und dem 35. Tag nach Zukauf in den Bestand eine erneute Impfung gegen *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Zusätzlich kam bei den Jungsaugen am 67. und 91. Trächtigkeitstag und bei den Altsauen ausschließlich am 91. Trächtigkeitstag ein bestandsspezifischer Impfstoff gegen *Escherichia coli* und *Clostridiaceae* zur Anwendung. Bei allen Sauen des Bestandes wurden alle vier Monate die Impfungen gegen *Parvoviridae*, *Erysipelothrix rhusiopathiae* und *PRRS* aufgefrischt. Eine erneute Impfung gegen *Circoviridae* fand in jeder Trächtigkeit statt.

Vor dem Einstellen in den Abferkelstall fand eine Waschung der Sauen statt, wobei ein Sauerstoffabspalter (Venno-Oxygen[®], Fa. Menno Chemievertrieb, Norderstedt) zur Keimreduktion eingesetzt wurde.

Die Geburtssynchronisation fand am 114. Trächtigkeitstag routinemäßig mit einem Prostaglandin-Analogen (Cloprostenol, 2,0 ml je Sau, PGF Veyx[®], Fa. Veyx, Schwarzenborn, Deutschland) statt. Die Geburten wurden überwacht. Bei verzögertem Geburtsverlauf wurde eine geburtshilfliche Untersuchung vorgenommen und im Anschluss gegebenenfalls Oxytocin (10 I.E. je Sau, Fa. aniMedica, Senden, Deutschland) zur Wehenunterstützung verabreicht.

3.4.2 Ferkel

Innerhalb des ersten Tages nach der Geburt erfolgte die Wurfaufnahme. Dazu wurden die Schwänze der Saugferkel mit einem Heißschneidegerät kupiert und bestandspezifische Ohrmarken mit einer individuellen Nummerierung der Tiere eingezogen. Zur Prävention einer Anämie wurde jedem Ferkel eine Eisenlösung (1 ml je Tier, Eiseninjektionslösung, 200 mg/ml, Fa. aniMedica, Senden, Deutschland) appliziert. Zur Vermeidung von Infektionen über die zugefügten Wunden erhielt jedes Saugferkel eine einmalige intramuskuläre (i.m.) Applikation eines Antibiotikum (Amoxicillin, 15 mg/kg KGW, Hostamox LA[®], 150 mg/ml, Fa. Intervet, Unterschleißheim, Deutschland).

Die Kastration der Tiere fand durchschnittlich am vierten Lebenstag statt. Etwa 15 min vor dem Eingriff wurde den Tieren zur Schmerzreduktion Meloxicam (0,4 mg/kg KGW, Metacam[®], 5 mg/ml, Fa. Boehringer Ingelheim Vetmedica, Ingelheim, Deutschland) i.m. appliziert. Zur Prävention von Wundinfektionen wurde ein Antibiotikum (Amoxicillin, 15 mg/kg KGW, Hostamox LA[®], 150 mg/ml, Fa. Intervet, Unterschleißheim, Deutschland) i.m. injiziert. Weiterhin wurde bei lebensbedrohlichem Durchfallgeschehen eine Applikation von Enrofloxacin vorgenommen (2,5 mg/kg KGW, Powerflox[®], 100 mg/ml, Fa. Virbac Tiergesundheit, Bad Oldesloe, Deutschland). Die Ferkel wurden um den 19. Lebenstag einmalig gegen das *Porcine Circovirus Typ 2* und *Mycoplasma hyopneumoniae* geimpft.

3.5 Technik der Milchbefütterung

3.5.1 Aufbau des Systems

Für den Versuch wurde in jeweils zwei Abferkelabteilen für jeweils 16 Abferkelbuchten das Supp-Le-Milk[®] System (Fa. Boerries, Lindern, Deutschland) installiert.

Das System bestand aus:

- Milchbehälter/Tank (Volumen: 16 Gallonen (\triangleq 60,6 l))
- Ventilen zur Regulierung des Milchflusses durch Tank und Leitungen
- Pumpe (230 V, Fa. Little Giant Pump Co., Oklahoma, USA)
- Schläuchen (Material: Polyvinylchlorid, Maße: 5/8“; 1/2“)
- Milchtassen (Abbildung 5) oder Blindstopfen (Abbildung 6) zum Verschluss der Leitung
- Heißwasser-Thermostat (HFA-Z, Fa. Stiebel Eltron, Holzminden, Deutschland)

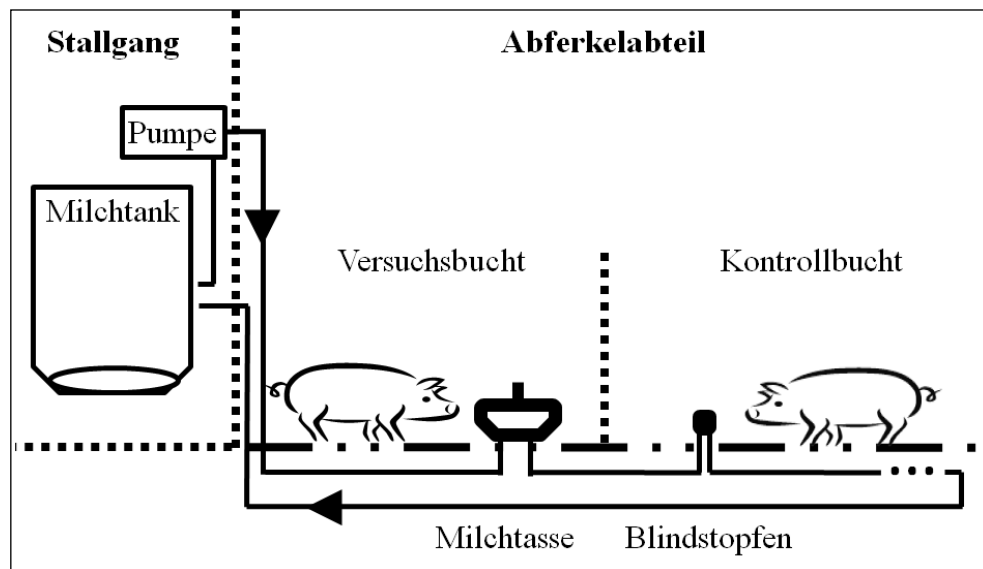


Abbildung 9: Schematische Darstellung des Milchbefütterungssystems Supp-Le-Milk[®] (Fa. Boerries, Lindern, Deutschland)

In den jeweiligen Versuchsbuchten wurden sogenannte Milchtassen (Abbildung 5 und 9) aufgeschraubt, so dass die Ferkel Milch ad libitum aufnehmen konnten. In den Kontrollgruppen verschlossen Blindstopfen die Milchöffnung (Abbildung 6 und 9). Die Ferkel konnten durch Betätigen eines sich in der Mitte der Tasse befindlichen Nippels eine Befüllung der Tasse mit Ersatzmilch (Supp-Le-Milk[®], Fa. Boerries, Lindern, Deutschland) veranlassen. Die Milch wurde über die Wirkung der Schwerkraft aus dem Vorratstank in die Leitungen und letztendlich in die niedrig gelegeneren Milchtassen gedrückt.

3.5.2 Anmischen der Milch

Die Milch wurde täglich frisch mit 120 g Milchpulver je 1 l warmen Wasser angemischt. Dabei ist zu beachten, dass das Wasser eine Temperatur zwischen 50 und 55 °C (Digital Thermometer „Scala“, Fa. Gefu, Eslohe, Deutschland) aufweist. Eine zu niedrige Temperatur verhindert das

optimale Auflösen des Milchaustauschers im Wasser, während eine zu hohe Anmischtemperatur des Wassers zum Teil zur Inaktivierung der im Milchaustauscher enthaltenen Bestandteile führt. Eine Bohrmaschine mit einem Rührstabaufsatz (AST1XC, Fa. Black & Decker, Idstein, Deutschland) sorgte für ein gleichmäßiges Auflösen des Milchpulvers im Wasser. Die Zusammensetzung des Milchpulvers ist dem Anhang zu entnehmen.

Im Tank war ein Schwimmerventil angebracht, das bei einem Absinken des Milchstandes unter einen eingestellten Pegel Wasser in den Tank laufen lässt. Dies wird in der Praxis genutzt, um nach einem Aufbrauchen der Milch den Ferkeln zusätzlich Wasser anzubieten. In dem Versuch wurde dieses Verdünnen der Milch mit Wasser unterbunden, um eine exakte Berechnung des Milchverbrauches zu ermöglichen. Infolgedessen musste mehr Milch angemischt werden, als verbraucht wurde. Dabei wurde das Minimalvolumen definiert als das Milchleitungsvolumen plus das Minimalvolumen des Tankes, ab dem sich das Schwimmerventil zuschaltete. Bei Bedarf wurde Milchaustauscher manuell aufgefüllt. Die Milch wurde alle 1,5 Stunden für fünf Minuten durch das System gepumpt, um ein Absetzen der einzelnen Bestandteile und ein Entmischen des Milchaustauschers zu vermeiden.

3.5.3 Reinigungsvorgang

Das Milchtank- und Leitungssystem wurde täglich nach dem Messen des Milchverbrauches und vor dem Anmischen der Milch mit Peressigsäure-Wasserstoffperoxid (Lerasept[®] Forte, Fa. Stockmeier Chemie, Bielefeld, Deutschland) desinfiziert. Nachdem die restliche Milch mit Wasserdruck aus den Leitungen gespült wurde, wurden 30 ml Peressigsäure in 4 l Wasser in den Tank verbracht. Nun wurden, unter Berücksichtigung von Arbeitsschutzmaßnahmen, konkret nach Anlegen von Schutzkleidung, mit einer Bürste die Tankinnenfläche und die Deckelinnenseite gespült. Bei Erreichen von klarem Wasser im Rückschauglas war die Reinigungslösung einmal durch das System geflossen. Durch Öffnen des Frischwasserventiles und des Abflussventiles zirkulierte nun Leitungswasser durch die Schläuche, welches die säurehaltige Lösung in den Abfluss drückte und das System von Rückständen befreite. Anschließend wurde der Tank mit klarem Wasser ausgespült.

Die monatliche Reinigung fand mit einem alkalischen Reiniger (Delaval Alkali 1[®], Fa. DeLaval, Gent, Belgien) statt. Nach dem Ausstallen der Tiere wurde die Milch vollständig aus dem Tank und den Leitungen entfernt. Nach Durchspülen des Milchbehälters mit 60 °C heißem Wasser, wurden die Leitungen ebenfalls gespült. Bei Erreichen der 8 l Marke des Tanks, wurde 113 ml alkalischer Reiniger hinzugegeben und ein vollständiges Auflösen durch Rühren sichergestellt. Nach Anschalten der Pumpe zirkulierte die Lösung für 15 min durch das Leitungssystem. Im Anschluss wurden nach zusätzlichem Benetzen der Tankinnenflächen mit dem Reinigungsmittel der Tank und die Leitung durch Nachspülen mit klarem Wasser von Rückständen des Reinigungsmittels befreit. Die Milchtassen in der Abferkelbucht wurden von außen mittels eines Hochdruckreinigers gesäubert.

3.6 Erfasste Parameter der Ferkel

3.6.1 Datenerfassung nach der Geburt

Nach der Geburt wurde die Anzahl der lebend (lgF) und tot geborenen Ferkel (tgF) protokolliert. Das Auftreten von Anomalien, wie beispielsweise das Spreizersyndrom, wurde dokumentiert. Nach Abschluss der Geburt und einer ersten Kolostrumaufnahme wurden alle Ferkel individuell gekennzeichnet, das Geschlecht bestimmt und mit einer Messgenauigkeit von 0,1 kg gewogen (Fa. Dibal, Wetzlar, Deutschland). Nach der Geburt der Tiere wurden schwache Saugferkel der Versuchsgruppe, die nicht alleine das Gesäuge aufsuchten, mit zwei Hüben Milchaustauscher (Supp-Le-Milk[®], Fa. Boerries, Lindern, Deutschland) gedrencht. Dafür wurden ihnen oral zwei Hübe des lauwarmen Milchaustauschers mithilfe einer speziellen Flasche eingegeben. Die Ferkel der Kontrollgruppe, die nicht alleine das Gesäuge aufsuchten, wurden unterstützend an die Zitze gelegt. Bei auftretenden Verlusten wurden während der gesamten Säugeperiode die Ursache und das entsprechende Ferkelgewicht notiert.

3.6.2 Wurfausgleich

Am durchschnittlich zweiten Lebenstag wurde die Ferkelanzahl pro Sau ihrer Zitzenanzahl angeglichen. Dabei wurden bei den Versuchssauen so viele Ferkel belassen, wie sie funktionsfähige Zitzen aufwiesen. Bei den Kontrollsauen wurde ein Ferkel weniger belassen als funktionsfähige Zitzen vorhanden waren. Die Ferkel wurden nur jeweils innerhalb der Versuchsgruppe oder innerhalb der Kontrollgruppe versetzt. Ferkel, die nicht bei ihrer Mutter verbleiben konnten, wurden an natürliche Ammen außerhalb des Versuches versetzt. Dabei wurden bei diesem Versuch die schwächeren Ferkel weggesetzt, da durch diese die Gefahr von später auftretenden Verlusten sowohl in der Kontroll- als auch in der Versuchsgruppe stieg. Somit wurde versucht die Anzahl der Ferkel nach dem Wurfausgleich an den Sauen für die Dauer der Laktationsperiode durch ein geringeres Risiko von Verlusten konstant hoch zu halten. Bei Auftreten von Milchmangelzuständen und einem offensichtlichen Kümern der Ferkel wurde aus tierschutzrechtlichen Gründen ein weiteres Ferkel an eine natürliche Amme außerhalb des Versuches gesetzt.

3.6.3 Körpergewichte

Die Wiegung der Ferkel fand mit einer Messgenauigkeit von 0,1 kg (Fa. Dibal, Wetzlar, Deutschland) nach der Geburt, in der zweiten und dritten Lebenswoche (durchschnittlich 7./ 14. Lebenstag) sowie beim Absetzen (durchschnittlich 27. Lebenstag) statt (Abbildung 10). Die Wiegung der außerhalb des Versuchs versetzten Ferkel fand zu den gleichen Terminen statt wie bei den im Versuch belassenen Tieren. Die Geburtstermine der Würfe variierten trotz Geburtssynchronisation um bis zu vier Tage. Trotzdem wurden alle Ferkel am gleichen Wochentag gewogen. Dies geschah standardisiert, um ein Vertauschen der Ferkel, ein unübersichtliches Markieren und zusätzlichen Stress für die Tiere zu vermeiden. Der Effekt der Anzahl der Lebenstage bis zur Wiegung der einzelnen Ferkel ist deshalb bei der Berechnung der

Ferkelgewichte als Kovariable (Kapitel 3.10) einbezogen worden. Bei dem Verlust einzelner Ferkel wurden das Ferkelgewicht sowie die wahrscheinliche Todesursache notiert.



Abbildung 10: Wiegung der Ferkel

3.6.4 Gesundheitsparameter

Täglich fand eine Kontrolle des Allgemeinbefindens der Tiere statt. Bei Notwendigkeit einer Medikation wurde die jeweilige Indikation notiert (Tabelle 2).

Tabelle 2: Schema der Ursachen für eine medikamentelle Therapie der Ferkel.

Code	Definition
EK	Entzündung Körper (z.B. Panaritium)
IP	Infektionsprophylaxe (z.B. nach Hernien Op.)
L	Lahmheit
SG	Schürfwunde Gelenk
VG	Verletzung Gesicht

Die medikamentelle Behandlung der Diarrhoe eines Wurfs geschah in Abhängigkeit von der Einschätzung des jeweils zuständigen Stallpersonals z.T. therapeutisch, aber auch prophylaktisch. Deshalb wurde ein objektiver Maßstab für die Beurteilung der Durchfallhäufigkeit ausgewählt. Das Auftreten von Durchfall je Wurf wurde anhand einer Ordinalskala täglich bonitiert (Tabelle 3).

Tabelle 3: Schema der Bonitur des Auftretens von Durchfall.

Code	Definition
0	keine Diarrhoe
1	ggr. Diarrhoe
2	mgr. Diarrhoe
3	hgr. Diarrhoe

3.6.5 Mortalität

Das Auftreten von Verlusten wurde mit der wahrscheinlichsten Ursache für jedes Ferkel, inklusive des Gewichtes, notiert. Bei der Einteilung der Ursachen der Verluste wurde aus praktischen Gründen die Einteilung des Stalles übernommen (Tabelle 4).

Tabelle 4: Schema der Einteilung der Ferkelverluste nach ihren Ursachen.

Code	Definition
„Anomalie“	angeborene Erkrankung
„erdrückt“	von der Sau erdrückt
„verhungert“	Gewicht zum Zeitpunkt des Verlustes war geringer als bei der Geburt
„zu klein geboren“	Ferkel wogen zur Geburt weniger als 0,8 kg und waren nicht vital
„Sonstiges“	Verluste, deren Ursache ohne eine pathologische Untersuchung nicht zu diagnostizieren war

3.6.6 Verbrauch des Milchaustauschers

Die Milchbeifütterung der Versuchsferkel fand vom zweiten Lebenstag bis einschließlich zum Tag des Absetzens statt. Täglich wurde neue Milch angemischt, die angebotene Menge entsprechend dem aktuellen Verbrauch angepasst und die Volumenangabe notiert. Die Restmilch im System wurde am folgenden Tag mittels Messbecher gemessen und daraus die Menge an verbrauchter Milch je Versuchsdurchgang ermittelt. Es stand dabei ein Tank für die vier Versuchsbuchten je Versuchsdurchgang zur Verfügung. Während der Versuchsphase montierten die Ferkel insgesamt dreimal die Milchtassen ab, so dass der Milchtank leer lief. Die Daten der Milchmessung für diese Tage wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

3.6.7 Verbrauch des Prestarters

Ab dem siebten Lebenstag wurde den Versuchs- und den Kontrollferkeln Prestarter (16 MJ/kg, Primary Choice[®], Fa. Boerries, Lindern, Deutschland) in pelletierter Form angeboten. Die Zusammensetzung ist dem Anhang zu entnehmen. Zur Messung des täglichen Verbrauches wurde täglich zur gleichen Uhrzeit jeweils der Rest an Prestarter und die Menge an neuem Prestarter abgewogen (Abbildung 11) und notiert (Küchenwaage KS22, Fa. Beurer, Ulm, Deutschland).

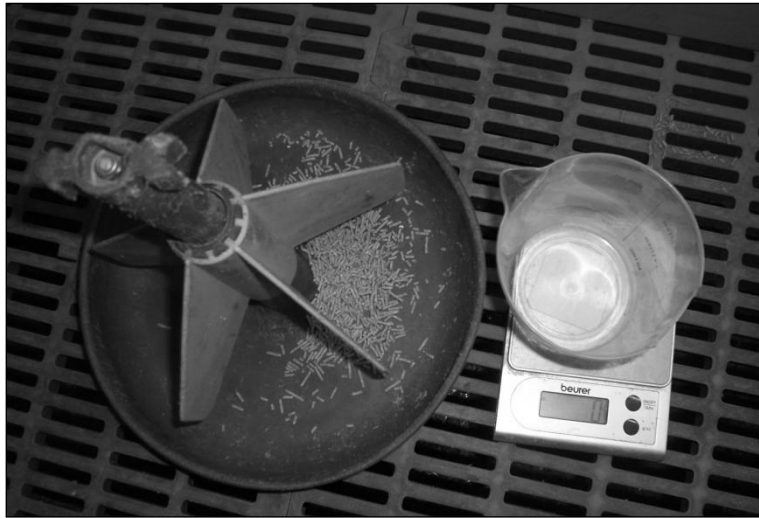


Abbildung 11: Messung des Prestarterverbrauchs je Abferkelbucht

3.7 Erfasste Parameter der Sauen

3.7.1 Parameter aus dem Sauenplaner

Die aus der Sauenkartei übernommenen Daten waren:

- Wurfnummer
- Geburtstermin
- Anzahl lebend und tot geborener Ferkel (lgF und tgF)
- Anzahl abgesetzter Ferkel (agF)
- Geburts- und Absetzgewichte der Würfe
- Medikation
- Verluste oder Abgänge der Sauen

3.7.2 Körperkondition

Die Körperkondition wurde mittels BCS, Messung der Rückenspeckdicke, Messung der Futteraufnahme und Wiegung erfasst.

Beim Ein- und Ausstallen wurden die Sauen mit einer Messgenauigkeit von 1 kg gewogen (TEWE-Messverstärker W200®, Fa. Tewe Elektronik, Vreden, Deutschland). Zudem wurden ihre Kondition beim Ein- und Ausstallen nach dem in Abbildung 4 dargestellten Body-Condition-Score Index (KLEINE KLAUSING et al. 1998) beurteilt. Die BCS-Noten wurden dabei in 0,25-Notenschritten von derselben Person über den gesamten Versuchszeitraum vergeben.

Zum Zeitpunkt des Ein- und Ausstallens sowie wöchentlich wurde die Rückenspeckdicke per Ultraschallgerät (Agroscan L®, Fa. Hauptner und Herbolz, Solingen, Deutschland) mit einem 5 MHz-Linearschallkopf nach der Drei-Punkte-Messmethode (ZDS 2005) erfasst:

- Messpunkt A → 7 cm seitlich der Mittellinie, 10 bis 15 cm vor Messpunkt B

- Messpunkt B → 7 cm seitlich der Mittellinie, in der Mitte der Sau zwischen Schulterblatt und Schinken
- Messpunkt C → 7 cm seitlich der Mittellinie, 10 bis 15 cm hinter Messpunkt B

Als Rückenspeckdicke wurde dabei der Bereich zwischen der Hautoberfläche und der Grenze zwischen dem Fett- und Muskelgewebe gemessen (ZDS 2005).

Um die Varianz der Messpunkte so gering wie möglich zu halten, wurden am ersten Messtermin die verwendeten Messpunkte der Sauen mit einem Viehmarker markiert (Abbildung 12).

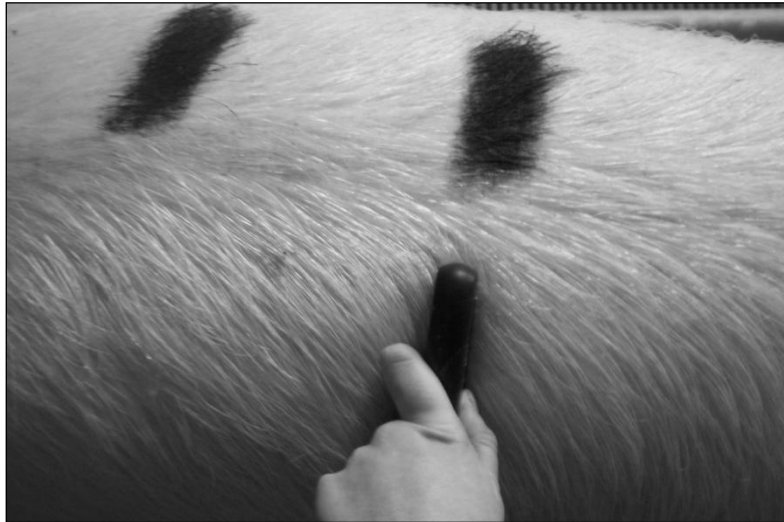


Abbildung 12: Messung der Rückenspeckdicke mittels Ultraschall auf Höhe der markierten Messpunkte

3.7.3 Messung der Futteraufnahme

Da durch die Spotmix Multiphasenfütterung[®] jeder Einzeltrog über einen Sensor gezielt angesteuert wurde, war eine tägliche Messung der Menge der Futtervorlage pro Sau möglich. Falls eine Sau nicht fraß, wurde kein Futter nachdosiert. Dabei wurde den Sauen das Futter nach einer Futterkurve vorgelegt. Die verwendete Futterkurve der Sauen und der Energiegehalt des Futters während der Zeit im Abferkelbereich sind in Abbildung 13 dargestellt. Bis zum dritten Tag p.p. erhielten die Sauen Futter für tragende Sauen (12,2 MJ/kg). Vom vierten bis 27. Laktationstag bekamen die Sauen Futter für laktierende Sauen (Laktationsfutter A = 13,0 MJ/kg; Laktationsfutter B = 13,2 MJ/kg) vorgelegt. Während des Versuchszeitraumes fand betriebsbedingt ein Wechsel der Futterlieferanten statt. Da in dem unten genannten statistischen Modell (Kapitel 3.10) keine signifikanten Effekte der einzelnen Futterlieferanten auf die Futteraufnahme als auch auf die Leistungs- und Gesundheitsparameter von Sauen und ihren Ferkeln auftraten, wurde dies bei der weiteren Datenauswertung nicht einbezogen. Die Zusammensetzung der Futtermittel der jeweiligen Futterlieferanten ist dem Anhang zu entnehmen.

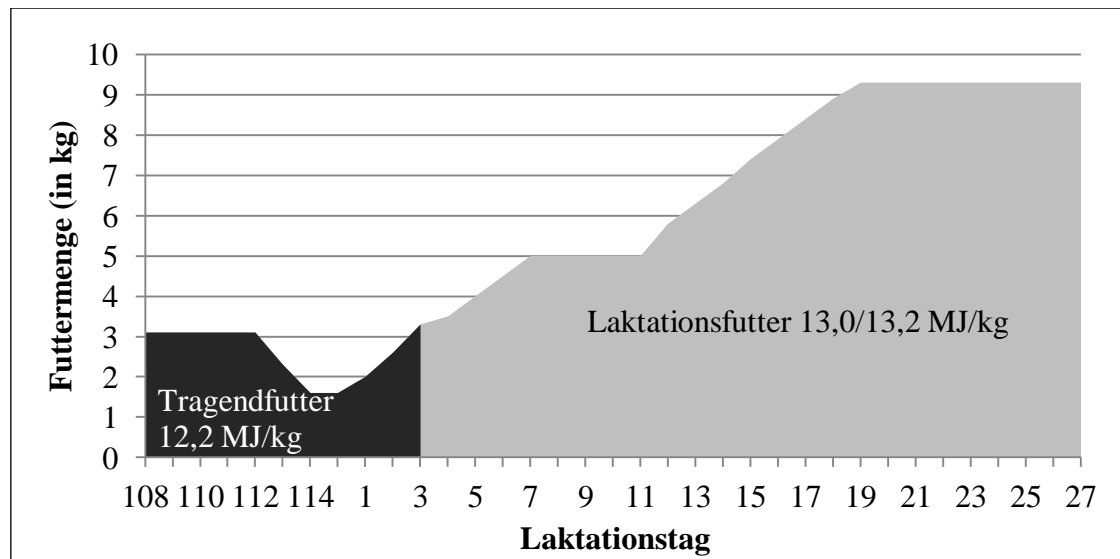


Abbildung 13: Verlauf der Futterkurve der Sauen am Ende der Trächtigkeit und während der Laktation. Darstellung der verabreichten Futtermenge (in Kilogramm) in Abhängigkeit vom Laktationstag und dem jeweiligen Futter mit dem entsprechenden Energiegehalt (in Megajoule je Kilogramm Futter).

3.7.4 Bonitur des Gesäuges

Nach der Geburt und beim Ausstallen wurden zudem die einzelnen Gesäugekomplexe mit Hilfe eines selbst entwickelten Schemas (Tabelle 5) bonitiert und die Anzahl der Zitzen erfasst. Dabei wurden die Identität der Sauen, die Gesäugeseite und die Zitzennummer notiert. Weiterhin wurde aufgezeichnet, ob die Zitze funktionsfähig ist oder nicht. Außerdem wurde mittels einer Ordinalskala die Ausprägung des jeweiligen Gesäugekomplexes bestimmt. Mithilfe einer Ordinalskala wurde eingestuft, in welchem Ausmaß Verletzungen oder Veränderungen (Primär- und Sekundäreffloreszenzen) an der Haut und der Zitze vorzufinden waren. Durch eine Palpation des Gesäuges wurde die Konsistenz des Gesäuges codiert.

Tabelle 5: Boniturschema der Gesäugekomplexe beim Ein- und Ausstallen

Merkmal	Code	Definition
Funktionsfähigkeit	0	nicht funktionsfähig
	1	funktionsfähig
Ausprägung des Gesäugekomplexes	0	keine Ausprägung
	1	schlechte Ausprägung
	2	mäßige Ausprägung
	3	sehr gute Ausprägung
Anomalie	0	keine Anomalie
	B	Blindzitze
	Zw	Zwischenzitze
	kZ	kleine Zitze
	S	Stülpzitze

Merkm al	Code	Definition
Verletzung Haut	0	keine Verletzung
	1	ggr. Verletzung (bspw. kleine Schürfwunden)
	2	mgr. Verletzung (bspw. tiefe Wunden)
Verletzung Zitze	0	keine Verletzung
	1	ggr. Verletzung
	2	mgr. Verletzung (bspw. Schnittwunde ohne Verletzung des Milchkanals)
	3	hgr. Verletzung (bspw. Zitzenlänge reduziert, Milchkanal betroffen)
Veränderung Hautoberfläche	0	keine Veränderungen
	1	ggr. Veränderung (bspw. Knötchen <0,5 cm Umfang)
	2	mgr. Veränderung (bspw. Knoten 0,5 – 1 cm Umfang)
	3	hgr. Veränderung (bspw. Knoten >1 cm Umfang)
Palpation Gesäuge	0	o.b.B.
	1	verhärtet
	2	ödematös

3.7.5 Klinische Untersuchung

Die klinische Untersuchung der Sauen umfasste neben der täglichen klinischen Untersuchung während der Versuchsphase eine tägliche Temperaturkontrolle in den ersten drei Tagen p.p.. Bei allen Sauen wurde die Körpertemperatur an den ersten drei Tagen p.p. rektal gemessen (digi-vet SC 12[®], Fa. WDT, Garbsen, Deutschland) und dokumentiert, um die frühzeitige Diagnose von MMA zu ermöglichen. Weiterhin wurde die Körpertemperatur der Sauen im Verlauf der Laktation bei Auffälligkeiten gemessen. Im Rahmen der Milchprobenentnahme erfolgte ebenfalls eine Dokumentation der Körpertemperaturen der Sauen.

Während der gesamten Zeit im Abferkelstall wurden die Sauen täglich klinisch untersucht. Dabei fand zuerst eine Adspektion der Tiere statt, um ihren Allgemeinzustand einzuschätzen. Es wurde auch dem Verhalten der Saugferkel Beachtung geschenkt, um bei entsprechender Unruhe und Wachstumsverzögerungen Hinweise auf einen eventuellen Milchmangel zu erhalten. Weiterhin wurde täglich eine Adspektion und Palpation des Gesäuges durchgeführt. Bei Auffälligkeiten wurde zudem die Körpertemperatur gemessen und notiert. Besondere Beachtung wurde dabei dem eventuellen Auftreten von MMA (erster bis dritter Laktationstag) oder von Mastitis (vierter Laktationstag bis Absetzen) geschenkt. Eine Mastitis wurde diagnostiziert, wenn die Sau eine rektale Temperatur über 39,5 °C, eine reduzierte Futteraufnahme, nervöse oder unruhige Ferkel und ein vermehrt warmes Gesäuge aufwies (HALGAARD 1983, MARTINEAU et al. 2012). Bei einem positiven Mastitis Befund wurde zudem ab dem elften Versuchsdurchgang eine Sauenmilchprobe für die bakteriologische Untersuchung vor der medikamentösen Behandlung entnommen. Zudem wurden auftretende Schulterläsionen notiert.

3.7.6 Fruchtbarkeitsparameter

Sämtliche Fruchtbarkeitsparameter der Sauen wurden über die eigentliche Versuchsphase hinaus auch nach dem Ausstallen aus dem Abferkelbereich aufgezeichnet. Die Besamung erfolgte duldungsorientiert und künstlich mittels Sperma von Piétrain-Ebern. Ein Stallmitarbeiter erfasste tageweise, wann die Sauen nach dem Absetzen einen positiven Duldungsreflex zeigten. Daraus wurde das Absetz-Duldungs-Intervall je Sau ermittelt. Weiterhin wurde dokumentiert, wann die Sauen besamt wurden, woraus das Absetz-Besamungs-Intervall kalkuliert wurde. In diesem Zusammenhang wurde auch die Anzahl der Besamungen notiert. Ergänzend wurde sonografisch untersucht und anschließend dokumentiert, ob die Sauen 28 Tage nach der Besamung trächtig waren. Zusätzlich wurde aufgezeichnet, welche Sauen umrauschten.

3.8 Bakteriologische Untersuchung der Milchproben

3.8.1 Entnahme der Sauenmilchproben

Ab dem 11. bis zum 15. Versuchsdurchgang (Januar bis April 2012) wurden den Sauen am 2., 14. und 20. Laktationstag Milchproben zur mikrobiologischen Analyse entnommen. Bei Auftreten einer Mastitis und vor einer Antibiotikagabe wurde zusätzlich eine Milchprobe entnommen. Zur Entnahme der Milchproben wurden zuerst die Ferkel von der Mutter entfernt. Anschließend wurden der Sau Oxytocin (30 I.E. je Sau, Fa. aniMedica, Senden, Deutschland) injiziert. Diese Dosierung ist bereits bei KEMPER und GERJETS (2009) und MORKOC et al. (1983) beschrieben. Im Anschluss wurde die Sau zum Stehen gebracht. Als die Sauenmilch im Strahl zu ermelken war, wurde der zu beprobende Gesäugekomplex mit Seifenwasser gereinigt. Nach Trocknung wurde die Zitze mit einem herkömmlichen Desinfektionstuch für Euter desinfiziert. Im Anschluss wurde der Wattetupfer aus seiner sterilen Verpackung entnommen. Nach Verwerfen des ersten Milchstrahles wurde Milch auf diesen gemolken. Nach Durchfeuchtung des Tupfers wurde er in ein Amies-Medium (Transwab[®], Fa. Medical Wire & Equipment, Corsham, UK) gesteckt, gekühlt gelagert (5 °C) und versandt.

3.8.2 Entnahme der Tankmilchproben

Für den 11. bis 15. Versuchsdurchgang wurden jeweils fünf Tankmilchproben im Abstand von fünf Tagen entnommen (3., 8., 13., 18. und 23. Laktationstag) und im Anschluss eine mikrobiologische Analyse der Tankmilchproben durchgeführt. Die Milchproben wurden morgens vor dem Ablassen der Milch, nachdem sich der Milchaustauscher für circa 24 Stunden im System befand, entnommen. Dazu wurde die Pumpe angestellt, wodurch der Milchaustauscher durch das System zirkulierte. Im Anschluss wurde ein Tupfer aus seiner sterilen Verpackung genommen, in die Tankmilch eingetaucht, in ein Amies-Medium (Transwab[®], Fa. Medical Wire & Equipment, Corsham, UK) gesteckt, gekühlt gelagert (5 °C) und versandt.

3.8.3 Entnahme der Proben aus dem Wasserhahn

Zusätzlich wurden zwei Tupferproben aus dem Wasserhahn entnommen, aus dem das 50 bis 55 °C temperierte Wasser zum Anmischen des Milchaustauschers floss. Dazu wurden die Bedingungen zum Anmischen der Milch geschaffen. Sobald die Wassertemperatur 50 bis 55 °C erreicht hatte, wurde ein Tupfer aus seiner sterilen Verpackung genommen, in die Öffnung des Wasserhahnes eingeführt, in ein Amies Medium (Transwab[®], Fa. Medical Wire & Equipment, Corsham, UK) gesteckt, gekühlt gelagert (5 °C) und versandt.

3.8.4 Mikrobiologische Auswertung der Sauen- und Tankmilchproben

Zur mikrobiologischen Diagnostik wurden die Milchproben umgehend an das Labor der Professur für Tierhygiene verschickt. Sämtliche Proben erreichten das Labor spätestens 72 Stunden nach Entnahme. Dort wurden die Probenentupfer direkt auf Blutagar (Columbia-Agar mit 7% Schafblut, Thermo Fisher Scientific Artikelnummer: PB5008A, Fa. Oxoid, Wesel, Deutschland) und auf Selektivagar für die Anzucht von *Enterobacteriaceae* (Endo-Agar, Thermo Fisher Scientific Artikelnummer: PO5005A, Fa. Oxoid, Wesel, Deutschland) ausgestrichen. Im Anschluss wurden sie für 24 Stunden bei 37 °C inkubiert. Danach wurden die Bakterienmorphologie und die Anzahl der verschiedenen Kolonien bestimmt. Die weiterführende Diagnostik erfolgte mittels Oxidasetest (Oxidasetstäbchen, Artikelnummer: BR0064, Fa. Oxoid, Wesel, Deutschland), Katalasetest (Fa. bioMérieux, Nürtingen, Deutschland) und Gramfärbung (Gramfärbekit HP02.1, Fa. Carl Roth, Karlsruhe, Deutschland). Bei einem Wachstum von Kolonien auf dem Endo-Agar wurden die verschiedenen Kolonien auf Blutagar überimpft und bei 37 °C für 24 Stunden inkubiert. Bei Vorlage von Reinkulturen wurde eine biochemische Differenzierung der *Enterobacteriaceae* mit dem API 20 E[®] entsprechend des Protokolls (Fa. bioMérieux, Nürtingen, Deutschland) durchgeführt (Abbildung 14).

Das Spektrum der *Staphylococcaceae* wurde für ausgewählte Proben anhand von API Staph[®] (Fa. bioMérieux, Nürtingen, Deutschland) näher charakterisiert. Dabei wurden vor allem *Staphylococcaceae* aus Milchproben von an Mastitis erkrankten Sauen und aus den vor der Erkrankung entnommenen Proben dieser Sauen berücksichtigt.



Abbildung 14: Identifizierung von *Enterobacteriaceae* mittels biochemischen Reaktionen mit dem API 20 E[®] (Fa. bioMérieux, Nürtingen, Deutschland).

3.9 Stalltemperatur

Der Versuch fand von Juli 2011 bis April 2012 statt. Nach Auswertung der Temperaturoaufzeichnung wurden zwei Saisons definiert (Abbildung 15). Die Saison „warm“ umfasste dabei die Versuchsdurchgänge 1 bis 6, und die Saison „kalt“ die Durchgänge 7 bis 15.

In der Saison „kalt“ herrschte eine mittlere Stalltemperatur von $21,28 (\pm 0,85) ^\circ\text{C}$ mit einer minimalen Temperatur von $17,00 ^\circ\text{C}$ und einer maximalen Temperatur von $25,00 ^\circ\text{C}$. In der warmen Saison betrug die Temperatur im Mittel $24,73 (\pm 1,25) ^\circ\text{C}$ und wies eine minimale Temperatur von $20,00 ^\circ\text{C}$ und eine maximale Temperatur von $30,00 ^\circ\text{C}$ im Abferkelabteil auf.

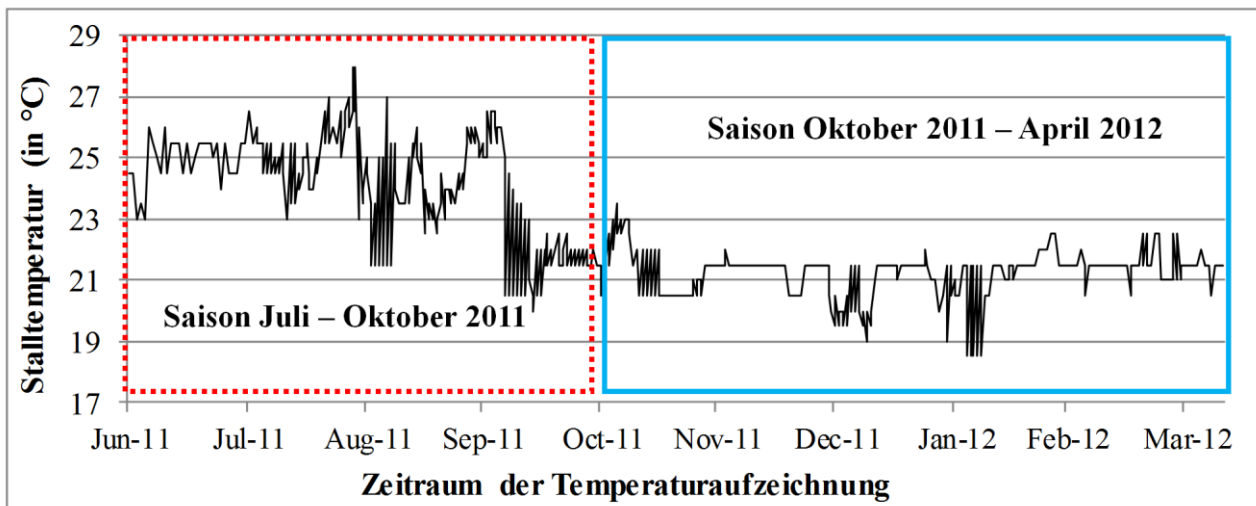


Abbildung 15: Durchschnittlicher Temperaturverlauf im Abferkelabteil während der Saison „warm“ (Juli bis Oktober 2011) und „kalt“ (Oktober 2011 bis April 2012) in Grad Celsius.

3.10 Statistische Analyse der Daten

Die Dateneingabe erfolgte mittels MS[®] Excel (Microsoft Office, Fa. Microsoft, Unterschleißheim, Deutschland). Die statistische Auswertung wurde mit dem Programm SAS[®] durchgeführt (SAS 9.2, Fa. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Zu Beginn fand eine deskriptive Analyse der Daten mittels der Prozedur MEANS statt, wobei das Minimum, das Maximum, die Standardabweichung und der Mittelwert analysiert wurden. Weiterhin wurde mithilfe der Prozedur UNIVARIATE getestet, ob eine Normalverteilung der Daten vorlag.

Für die Analyse der Körpergewichte der Sauen und Ferkel, der Anzahl der Ferkel, die Rückenspeckdicken und der Body-Condition-Scores der Sauen, der Körpertemperaturen der Sauen, der Futteraufnahme der Sauen und der erhobenen Fruchtbarkeitsparameter wurde ein gemischtes lineares Modell (MIXED) verwendet und eine Varianzkomponentenschätzung mithilfe der Restricted Maximum Likelihood (REML) Methode durchgeführt. Zur Bewertung der Modellgüte wurde das Informationskriterium AIC (Akaike information criterion) genutzt. Es wurden die Least Squares Mittelwerte (LSM) analysiert und eine Bonferroni-Korrektur für multiple Mittelwerte vorgenommen. Zudem wurde mit Hilfe von QQ-Plots graphisch geprüft, ob die Residuen normalverteilt waren. Die Signifikanzgrenzen für die Irrtumswahrscheinlichkeit der Tests wurden mit 5,0 % festgelegt.

Die Tabelle 7 gibt einen Überblick über das für die jeweilige abhängige Variable (y) verwendete Modell. Es wurden je nach abhängiger Variable verschiedene Effekte verwendet (Tabelle 7). So dienten als fixe Effekte der Durchgang (Nummer 1 bis 15), die Gruppe (Versuchs- oder Kontrollgruppe), das Geschlecht der Ferkel (männlich oder weiblich) oder die Wurfnummer. Die Wurfnummern wurden dabei in drei Klassen eingeteilt, um eine ausgewogene Verteilung der Häufigkeiten zu realisieren (Tabelle 6).

Tabelle 6: Einteilung der Würfe in Wurfklassen

Wurfklasse	enthaltene Wurfnummer
A	1,2
B	3, 4
C	5, 6, 7, 8, 9

Als Kovariable wurde die Anzahl der Säugetage bzw. die Anzahl der Tage von der Geburt bis zur Messung oder die Laktationswoche verwendet. Als zufällige Effekte dienten die Sau, welche dem jeweiligen Durchgang zugeordnet („genestet“) wurden und die Ferkel.

Hinsichtlich der Rückenspeckdicken waren die Ausgangswerte in der Versuchsgruppe höher als in der Kontrollgruppe. Eine Ursache hierfür ist nicht bekannt. Auf Grund des grundsätzlich unterschiedlichen Niveaus der Rückenspeckdicke der Versuchs- und der Kontrollgruppe wurden jeweils die Differenzen der ermittelten Rückenspeckdicken zwischen zwei aufeinander folgenden Wochen gebildet und mittels eines gemischten linearen Modells ausgewertet (Tabelle 7).

Da das Merkmal Futtermenge der Sauen nicht normalverteilt war, wurde es mittels Wurzelziehen transformiert.

Tabelle 7: Verwendete (X) fixe Effekte, Kovariablen und zufällige Effekte in Bezug zur verwendeten abhängigen Variable. Als fixe Effekte wurden der Durchgang ($D_i=1, \dots, 15$), die Gruppe (G_j =Versuchsgruppe/Kontrollgruppe), die Parität ($P_k= A (1.+2.\text{Wurf}), B (3.+4.\text{Wurf}), C (5.+6.+7.+8.+9.\text{Wurf})$), das Geschlecht des Ferkels ($G_l=m/w$) und die Laktationswoche bzw. die Zeitspanne der Futterkurve (W_o) verwendet. Als Kovariable dienten ggf. die Anzahl der Tage zwischen der Geburt und der Messung ($Tg_{W_o} * x_{ijklmnopq}$) und als zufälliger Effekt diente die Sau (s_p (genestet innerhalb des Durchganges)) bzw. das Ferkel (f_q).

	fixer Effekt					Kovariable	zufälliger Effekt	
abhängige Variable	D_i	G_j	P_k	G_l	W_o	$Tg_{W_o} * x_{ijklmnopq}$	s_p	f_q
Gewicht Ferkel Geburt	X	X	X	X			X	X
Gewicht Ferkel Tag 7	X	X	X	X		X	X	X
Gewicht Ferkel Tag 14	X	X	X	X		X	X	X
Gewicht Ferkel Absetztag	X	X	X	X		X	X	X
Gewicht des Wurfes Geburt	X	X	X				X	
Gewicht Wurf Absetzen	X	X	X			X	X	
Tageszunahme A (Zeitraum Geburt bis 7.Ld)	X	X	X	X			X	X
Tageszunahme B (Zeitraum 7.Ld bis 14.Ld)	X	X	X	X			X	X
Tageszunahme C (Zeitraum 14.Ld bis Absetzen)	X	X	X	X			X	X
Tageszunahme ABC (Zeitraum Geburt bis Absetzen)	X	X	X	X			X	X
lgF	X	X	X				X	
tgF	X	X	X				X	
agF	X	X	X			X	X	
BCS Einstallen	X	X	X				X	
BCS Ausstallen	X	X	X			X	X	
Gewicht Einstallen	X	X	X				X	
Gewicht Ausstallen	X	X	X			X	X	
Differenz der Rückenspeckdicken Messung 1 bis 5	X	X	X		X		X	
Futtermenge Sau	X	X	X		X			
rektale Körpertemperatur der Sau	X	X	X				X	

	fixer Effekt					Kovariable	zufälliger Effekt	
abhängige Variable	D _i	G _j	P _k	G _l	W _o	Tgw _o * x _{ijklmnopq}	s _p	f _q
(Tag 1 bis 3 p.p.)								
rektale Körpertemperatur der Sau (zusätzliche Messung)	X	X	X				X	
Absetz-Duldungs-Intervall	X	X	X				X	
Absetz-Besamungs-Intervall	X	X	X				X	
Anzahl Besamungen	X	X					X	

Für die Analyse signifikanter Unterschiede des Bakterienspektrums der Sauenmilch hinsichtlich des Bakterienvorkommens von *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* oder *Enterobacteriaceae* wurde je analysierte Proben ein binomiales Merkmal (0/1) für das Bakterienvorkommen definiert. Zur statistischen Analyse wurde die Prozedur GLIMMIX mit einer binären Verteilung verwendet und das folgende Modell genutzt:

$$y_{ijklmn} = \mu + D_i + G_j + Pro_k + Z_l + Bak_m + s_n + e_{ijklmn}$$

D_i -fixer Effekt des Durchgangs (i=12,..., 15)

G_j -fixer Effekt der Gruppe (j=Versuchsgruppe/Kontrollgruppe)

Pro_k -fixer Effekt der Probennummer (k=1,...,236)

Z_l -fixer Effekt der Zitzenposition (l=links, rechts)

Bak_m -fixer Effekt der *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* oder *Enterobacteriaceae*

s_n -zufälliger Effekt der Sau

e_{ijklmn} -Restfehler

Die Ferkelmortalität, die Medikationsrate der Ferkel, die mikrobiologische Analyse der Sauen- und Tankmilch und das Auftreten einer Diarrhoe wurden mittels Chi²-Test (FREQ) ausgewertet. Die aufgezeichneten Stalltemperaturen der Saison, die Aufnahmemenge des künstlichen Milchaustauschers und des Prestarter wurden mit dem U-Test (NPAR1Way) auf Signifikanzen überprüft.

Zur besseren Darstellung des Wachstums der Ferkel wurden Wachstumskurven für die Kontroll- und die Versuchsgruppe geschätzt. Für die Berechnung des nicht linearen Wachstums der Ferkel innerhalb der vier Laktationswochen wurde folgende logistische Funktion verwendet (ATIL et al. 2007):

A - asymptotisches Endgewicht

b - Zeit, an dem Tier die Hälfte des Endgewichtes erreicht hat

c - Zeitraum zwischen dem Erreichen der Hälfte und rund ¾ des asymptotischen Endgewichtes

$$y(t) = \frac{A}{1 + e^{\frac{(t-b)}{c}}}$$

Nach dem Definieren von Startvariablen, wurden auf Grundlage dieser Funktion die fehlenden Parameter mittels einer iterativen Methode geschätzt (NLIN).

4 Ergebnisse

4.1 Einfluss der Milchbeifütterung auf die Ferkel

4.1.1 Umfang des Datensatzes

Der Auswertung liegen die Datensätze von 1007 IgF der Versuchsgruppe und von 963 IgF der Kontrollgruppe, im Zeitraum zwischen der Geburt und dem Absetzen, zu Grunde.

4.1.2 Körpermassenentwicklung bei Versuchs-, Kontroll- und Ammenferkeln sowie bei gedrenchten Ferkeln

Die erfassten Gewichte zu vier Zeitpunkten der Säugeperiode zeigten keine signifikanten Unterschiede der individuellen Ferkelgewichte zwischen Ferkeln der Versuchs- und der Kontrollgruppe (Tabelle 8).

Tabelle 8: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für das Körpergewicht der Ferkel der Versuchs- (VG) und der Kontrollgruppe (KG), der Ferkel unterschiedlichen Geschlechts (männlich/ weiblich) und der Ferkel aus verschiedenen Wurffklassen (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)) nach der Geburt, am 7. und 14. Lebenstag sowie beim Absetzen (27. Lebenstag) in Kilogramm.

	Gruppe		Geschlecht		Wurffklasse		
	VG	KG	männlich	weiblich	A	B	C
	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)
Geburtsgewicht (in kg)	1,34 ^a (0,03)	1,29 ^a (0,03)	1,34 ^a (0,02)	1,30 ^b (0,02)	1,32 ^a (0,05)	1,34 ^a (0,03)	1,30 ^a (0,03)
Gewicht 7.Ld (in kg)	2,42 ^a (0,04)	2,44 ^a (0,04)	2,45 ^a (0,03)	2,41 ^a (0,03)	2,46 ^a (0,08)	2,45 ^a (0,04)	2,37 ^a (0,04)
Gewicht 14.Ld (in kg)	4,19 ^a (0,06)	4,22 ^a (0,06)	4,23 ^a (0,05)	4,18 ^a (0,05)	4,25 ^a (0,13)	4,28 ^a (0,07)	4,09 ^a (0,07)
Absetzgewicht (in kg)	7,83 ^a (0,12)	7,81 ^a (0,11)	7,86 ^a (0,10)	7,77 ^a (0,09)	7,92 ^a (0,23)	7,90 ^a (0,12)	7,64 ^a (0,13)

*^a, ^b LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb der Spalten der Gruppe, des Geschlechts und der Wurffklasse unterscheiden sich signifikant ($\alpha=5\%$)

Die Ferkel konnten zwei Tage eher oder später als zum errechneten Geburtstermin geboren werden. Trotzdem wurden alle Ferkel am durchschnittlich 7. und 14. Lebenstag (Ld) sowie beim Absetzen mit durchschnittlich 27 Lebenstagen gewogen (Kapitel 3.6.3). Da ein Teil der Ferkel zum Zeitpunkt des Wiegens am 7. Lebenstag etwas jünger oder älter war, ist der Effekt der Anzahl der Tage zwischen der Geburt und der Wiegung am 7. Lebenstag signifikant ($p<0,05$). Bei der

Gewichtserfassung am 14. Lebenstag und beim Absetzen ist jedoch kein signifikanter Effekt der Tage zwischen der Geburt und dem Wiegezeitpunkt mehr vorhanden ($p > 0,05$).

Weiterhin hatte das Geschlecht des geborenen Ferkels einen signifikanten Einfluss auf das Geburtsgewicht der Ferkel (Tabelle 8). Ein signifikanter Einfluss des Geschlechtes auf die Gewichte der Ferkel am 7. und 14. Lebenstag sowie zum Zeitpunkt des Absetzens trat bei den späteren Wiegunen nicht mehr auf.

Mittels deskriptiver Statistik wurde das mittlere Absetzgewicht der Versuchsgruppe mit 7,79 ($\pm 1,70$) kg und in der Kontrollgruppe mit 7,78 ($\pm 1,70$) kg angegeben. Somit liegt eine ähnliche Streubreite der Gewichte um den Mittelwert zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe vor.

Die Tageszunahmen der Ferkel der Versuchs- und der Kontrollgruppe unterschieden sich während keines Zeitraumes innerhalb der Säugeperiode signifikant (Tabelle 9). Dies verdeutlicht auch die Wachstumskurve (Abbildung 16). In dieser wird der mittlere Wachstumsverlauf aller Versuchsferkel gegenüber dem mittleren Wachstumsverlauf aller Kontrollferkel abgetragen.

Es ist jedoch festzustellen, dass die täglichen Zunahmen der Kontrollferkel in den ersten beiden Wochen der Säugeperiode etwas höher lagen als in der Versuchsgruppe (Tabelle 9). Im Zeitraum zwischen dem 14. Lebenstag und dem Absetzen war dagegen die Tageszunahme der Versuchsferkel mit 288,5 g etwas höher als die der Kontrollferkel mit 285,2 g.

Es war zudem ein signifikanter Effekt der Nummer des Versuchsdurchganges auf die Tageszunahme vorhanden ($p < 0,05$).

Tabelle 9: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für die Tageszunahmen der Ferkel der Versuchs- und Kontrollgruppe im Zeitraum A (Geburt bis 7. Ld), B (7. Ld bis 14. Ld), C (14. Ld bis Absetzen) und ABC (Zeitraum Geburt bis Absetzen) in Gramm.

	Versuchsgruppe LSM _(SE)	Kontrollgruppe LSM _(SE)
Tageszunahme A in g (Zeitraum Geburt bis 7. Ld)	153,0 ^a _(4,6)	160,0 ^a _(4,5)
Tageszunahme B in g (Zeitraum 7. Ld bis 14. Ld)	254,7 ^a _(5,5)	257,8 ^a _(5,4)
Tageszunahme C in g (Zeitraum 14. Ld bis Absetzen)	288,5 ^a _(5,2)	285,2 ^a _(5,1)
Tageszunahme ABC in g (Zeitraum Geburt bis Absetzen)	245,2 ^a _(4,0)	245,5 ^a _(3,9)

*^{a, b} LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe unterscheiden sich signifikant ($\alpha = 5\%$)

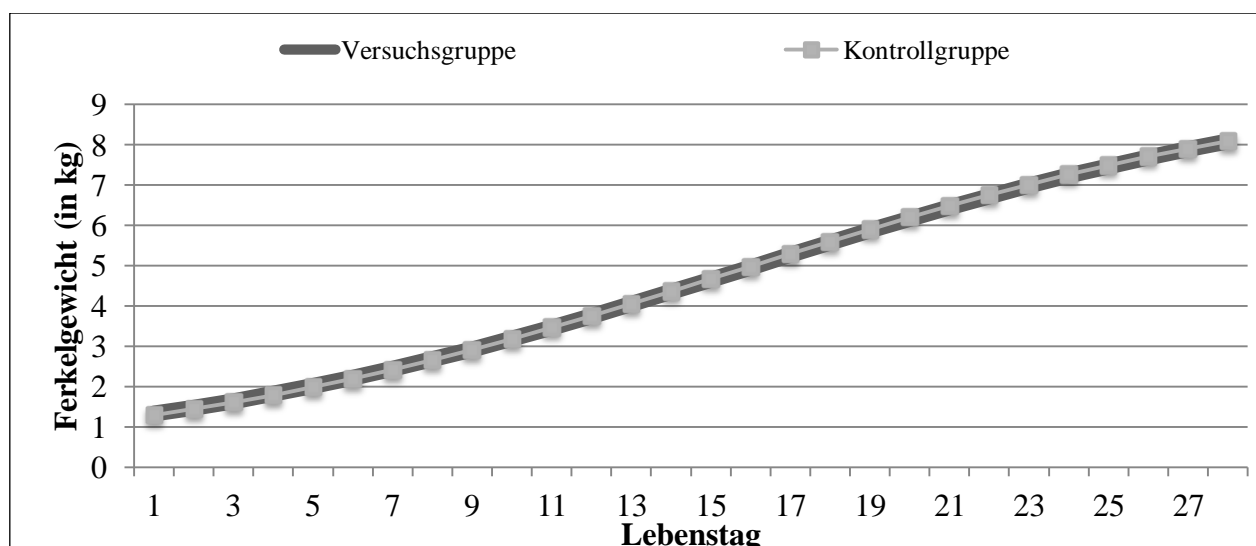


Abbildung 16: Darstellung der Wachstumskurve aller Saugferkel der Versuchs- und Kontrollgruppe. Es werden der durchschnittliche Verlauf des Wachstums der Ferkel der Versuchs- und der Kontrollgruppe in Kilogramm in Abhängigkeit vom Alter in Lebenstagen abgetragen.

In der Versuchs- und Kontrollgruppe wurde entsprechend dem Versuchsdesign eine fest definierte Ferkelanzahl an der Sau belassen (Kapitel 3.6.2). Insgesamt wurden 210 Ferkel aus dem Versuch weggesetzt. Diese weggesetzten Ammenferkel hatten dabei ein durchschnittliches Geburtsgewicht von jeweils $0,98 (\pm 0,28)$ kg (Tabelle 10). Aus Tabelle 10 wird ersichtlich, dass sich die Zahl der Ferkel an der Amme aufgrund von Verlusten erheblich reduzierte.

Tabelle 10: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) der aus der Versuchs- und Kontrollgruppe an natürliche Ammen versetzten Ferkel nach der Geburt, am 7., 14. Lebenstag und zum Absetzen (27. Lebenstag) in Kilogramm.

Anzahl der Ammenferkel		MW	STD
204	Geburtsgewicht je Ferkel (in kg)	0,98	0,28
166	Gewicht 7.Ld (in kg)	1,72	0,48
157	Gewicht 14.Ld (in kg)	3,13	0,92
142	Absetzgewicht (in kg)	6,22	1,83
142	Tageszunahme während der gesamten Säugezeit (in kg)	0,20	0,07

Die Tabelle 11 zeigt die durchschnittliche Gewichtsentwicklung der mit zwei Hüben Supp-Le-Milk® gedrenchten Ferkel der Versuchsgruppe während der Säugeperiode. Die Reduktion der Anzahl der gedrenchten Ferkel von der Geburt bis zur ersten Wiegung ist auf eine Versetzung der weniger vitalen Ferkel aus dem Versuch an die Ammensauen sowie auf Verluste zurückzuführen. Da vorwiegend schwache Ferkel gedrencht wurden, die nicht von alleine das Gesäuge aufsuchten, wogen sie zum Zeitpunkt der Geburt mit $1,05 (\pm 0,38)$ kg weniger als die übrigen Ferkel der Versuchsgruppe mit durchschnittlich $1,34 (\pm 0,03)$ kg.

Tabelle 11: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) der gedrenchten Saugferkel der Versuchsgruppe nach der Geburt, am 7. und 14. Lebenstag sowie beim Absetzen (27. Lebenstag) in Kilogramm.

Anzahl der gedrenchten Ferkel		MW	STD
146	Geburtsgewicht je Ferkel (in kg)	1,05	0,38
89	Gewicht 7.Ld (in kg)	2,18	0,62
85	Gewicht 14.Ld (in kg)	3,77	1,12
85	Absetzgewicht (in kg)	7,30	1,80
85	Tageszunahme während der gesamten Säugezeit (in kg)	0,23	0,06

4.1.3 Gesundheitsparameter

Zusätzlich zu den prophylaktischen Maßnahmen bei den **Ferkelbehandlungen** wurden 30,4 % der Ferkel der Versuchsgruppe und 19,0 % der Ferkel der Kontrollgruppe medikamentös behandelt. Dabei ist ein signifikanter Unterschied in den Verteilungshäufigkeiten der Indikationen für eine Ferkelbehandlung zu erkennen ($p < 0,05$). Dieser signifikante Unterschied ist hauptsächlich auf eine signifikant häufigere Durchfallbehandlung der Ferkel der Versuchsgruppe zurückzuführen. Da die Behandlung eines Wurfs in Abhängigkeit von der Einschätzung des jeweils zuständigen Stallpersonals z.T. therapeutisch aber auch prophylaktisch geschah, wurde als objektiver Maßstab für die Beurteilung der Durchfallhäufigkeit die Beobachtung der Ausprägung des Auftretens von Durchfall ausgewählt (Kapitel 3.6.4) und getrennt ausgewertet. Die restlichen Medikationen der Ferkel wurden gesondert nach ihrer absoluten Häufigkeit analysiert (Abbildung 17).

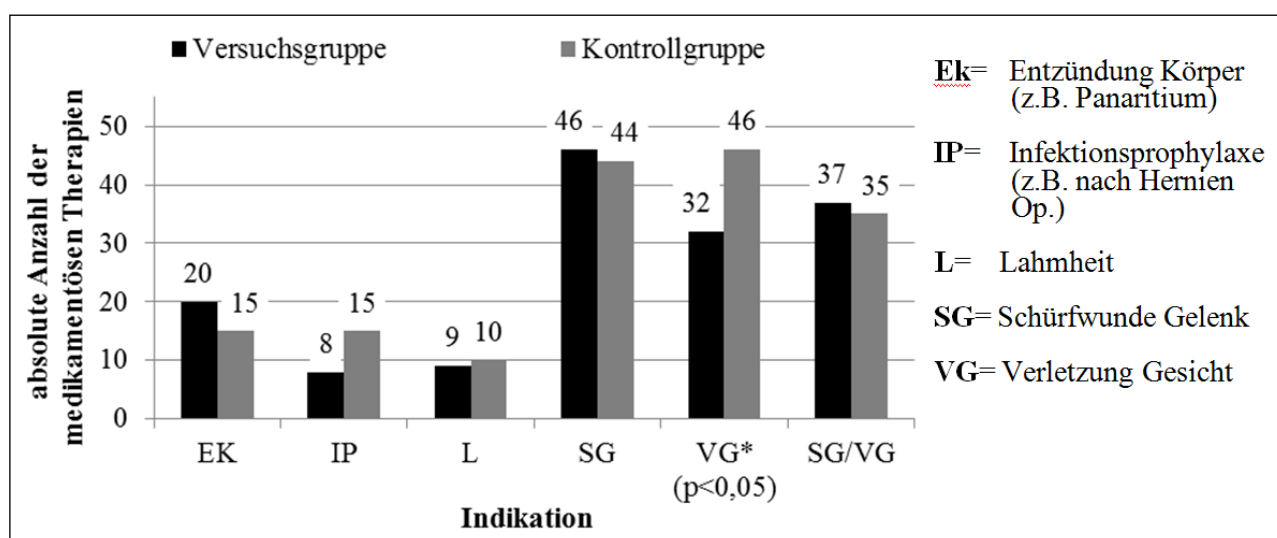


Abbildung 17: Absolute Anzahl der medikamentösen Behandlungen je Indikation und Ferkel im Vergleich zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe während der Säugeperiode (Laktationstag 1 bis 27).

Es ist zu erkennen, dass lediglich die Anzahl der Verletzungen des Gesichtes signifikant weniger häufig in der Versuchs- als in der Kontrollgruppe auftraten ($p < 0,05$). Die übrigen erfassten Indikationen für eine medikamentöse Behandlung, wie Entzündung, Infektionsprophylaxe und Lahmheit unterschieden sich in ihrer Häufigkeit nicht signifikant voneinander.

Der Median für das Auftreten von **Diarrhoe** in der Versuchs- und Kontrollgruppe betrug Null. Bei dem Vergleich des Auftretens der Häufigkeiten der Vergabe der vier Boniturnoten (Abbildung 18) trat kein signifikanter Unterschied zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe auf ($p = 0,09$).

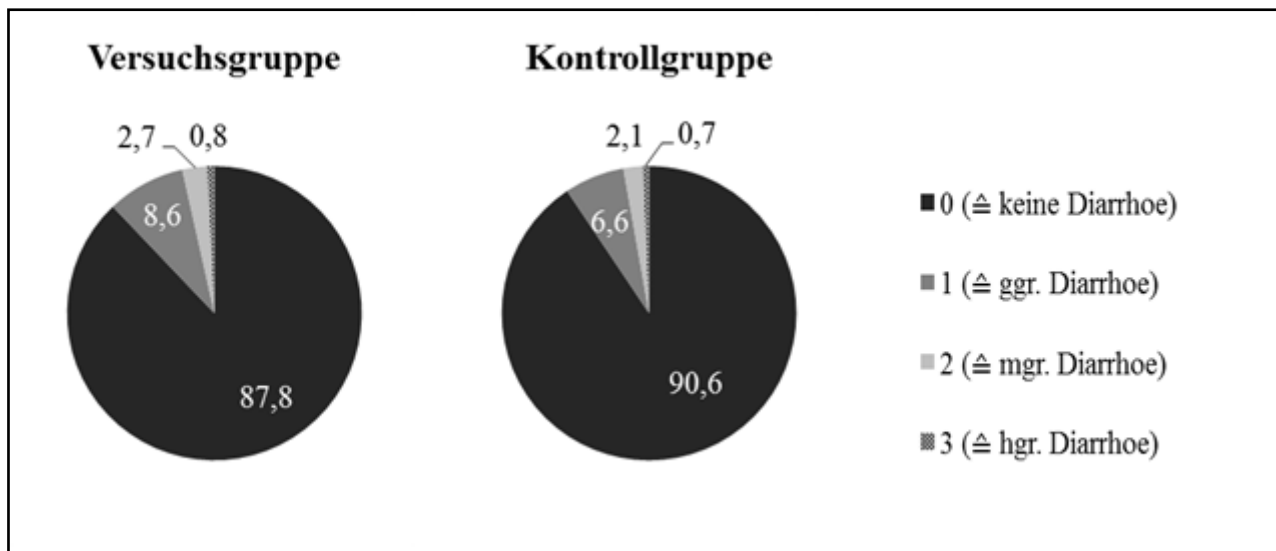


Abbildung 18: Verteilungshäufigkeit der Boniturnoten für das Auftreten von Diarrhoe in der Versuchs- und Kontrollgruppe in Prozent aller vergebenen Boniturnoten im Verlauf der Laktation (Laktationstag 1 bis 27).

4.1.4 Mortalität

In der Kontrollgruppe wurde mit 16,4 % eine tendenziell höhere Mortalitätsrate als in der Versuchsgruppe mit 13,8 % während der gesamten Säugeperiode erreicht ($p = 0,1$). Dabei traten die meisten Verluste in der Kontrollgruppe in einem Alter von 2,59 ($\pm 3,71$) Lebenstagen und in der Versuchsgruppe von 2,39 ($\pm 3,80$) Lebenstagen auf. Bei der Analyse der Verluste nach einzelnen Ursachen (Abbildung 19) trat kein signifikanter Unterschied in der Verteilungshäufigkeit des Auftretens der einzelnen Ferkelverluste zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe hinsichtlich der Ursachen „erdrückt“, „verhungert“ und „Sonstiges“ auf. Die Ursache „Anomalie“ ergab einen signifikanten Unterschied zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe ($p < 0,05$). Da es sich bei den Ursachen „zu klein geboren“ und „Anomalie“ um angeborene Verlustursachen handelt, wurden die Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Auswertung nicht weiter berücksichtigt.

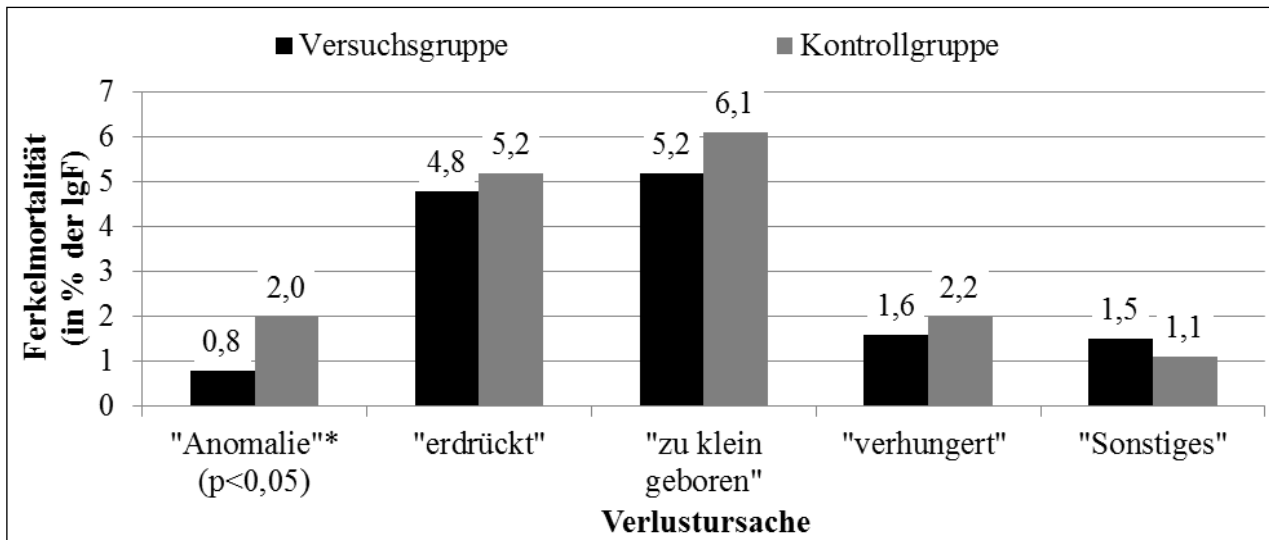


Abbildung 19: Vergleich der Häufigkeiten des Auftretens der Verlustursachen zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe während der Säugeperiode (Laktationstag 1 bis 27).

Die gedrenchten Ferkel wiesen eine Ferkelmortalität von 23,3 % auf. Die Abbildung 20 zeigt den prozentualen Anteil der jeweiligen Verlustursachen aller verstorbenen gedrenchten Ferkel in Prozent. Nähere Informationen über die Verluste bei den Ammenferkeln lagen nicht vor.

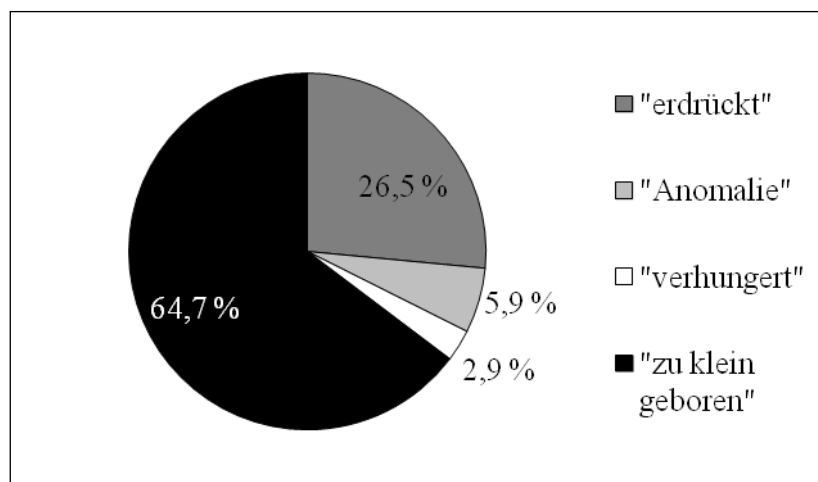


Abbildung 20: Anteil der jeweiligen Verlustursachen am gesamten Verlust der gedrenchten Ferkel in Prozent.

4.1.5 Verbrauch des Milchaustauschers

Über die gesamte Säugeperiode hatten durchschnittlich 53,71 Ferkel je Versuchsdurchgang vom zweiten Lebenstag bis zum Absetzen am 27. Lebenstag die Möglichkeit, den Milchaustauscher ad libitum zusätzlich zur Sauenmilch aufzunehmen. Es wurde im Durchschnitt 8,86 ($\pm 9,98$) Liter Ersatzmilch, entsprechend 1,06 ($\pm 1,20$) kg Milchpulver je Tag und Versuchsdurchgang, bestehend aus jeweils vier Würfeln, verbraucht. Je Einzeltier und Tag wurde auf der Grundlage dieser Daten im Mittel 0,16 ($\pm 0,18$) Liter Milch und 0,02 ($\pm 0,02$) kg Milchpulver aufgenommen. Die

Milchaufnahme der Saugferkel stieg vom zweiten Lebenstag bis zum Absetzen während eines Versuchsdurchganges kontinuierlich an (Abbildung 21).

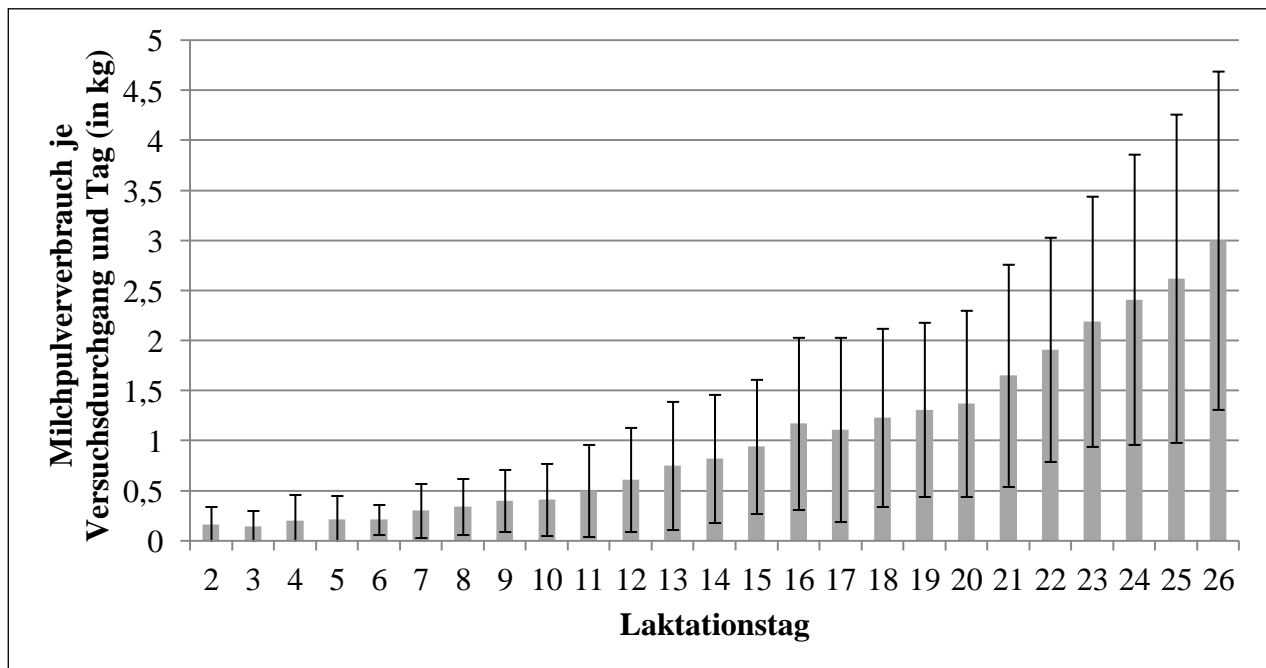


Abbildung 21: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) des durchschnittlichen Milchverbrauches je Versuchsdurchgang und Laktationstag der Versuchsgruppe in Kilogramm in Abhängigkeit vom Laktationstag.

Bei der Analyse des Milchverbrauches zwischen den einzelnen Versuchsdurchgängen fällt ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) des Milchpulververbrauches zwischen den einzelnen Durchgängen auf (Abbildung 22).

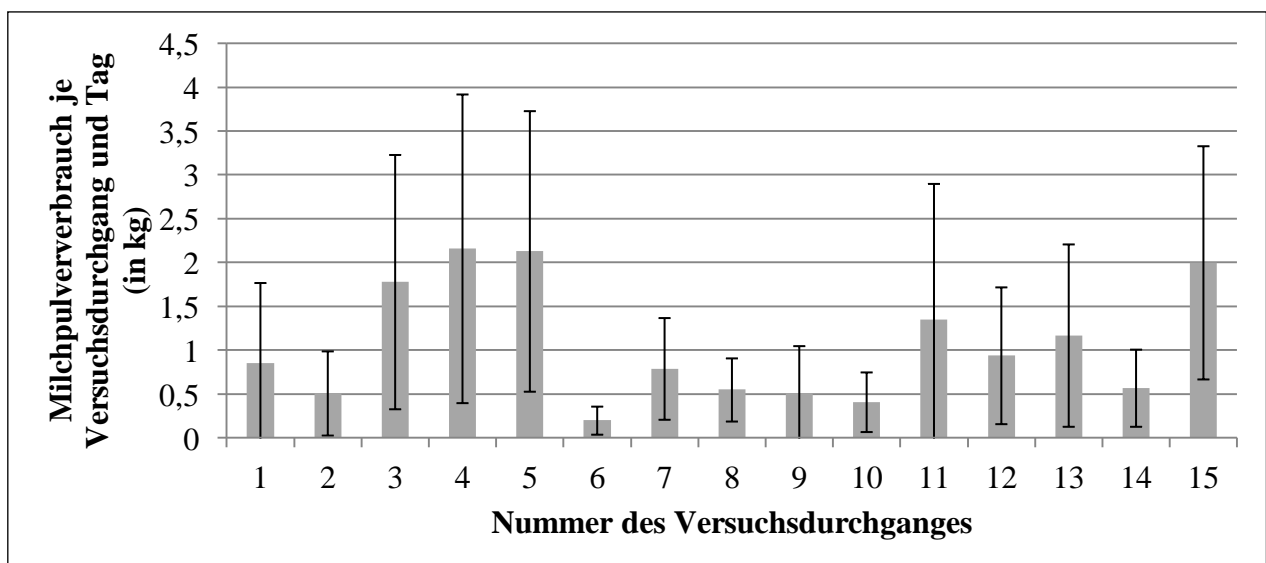


Abbildung 22: Mittelwerte (MW) und deren Standardabweichung (STD) des durchschnittlichen Milchverbrauches je Versuchsdurchgang und Tag zwischen den Versuchsdurchgängen in Kilogramm.

Auch zwischen dem definierten Zeitraum „kalt“ und „warm“ des Versuches (Kapitel 3.9) unterscheidet sich der Milchverbrauch signifikant ($p < 0,05$), wie in Abbildung 23 ersichtlich.

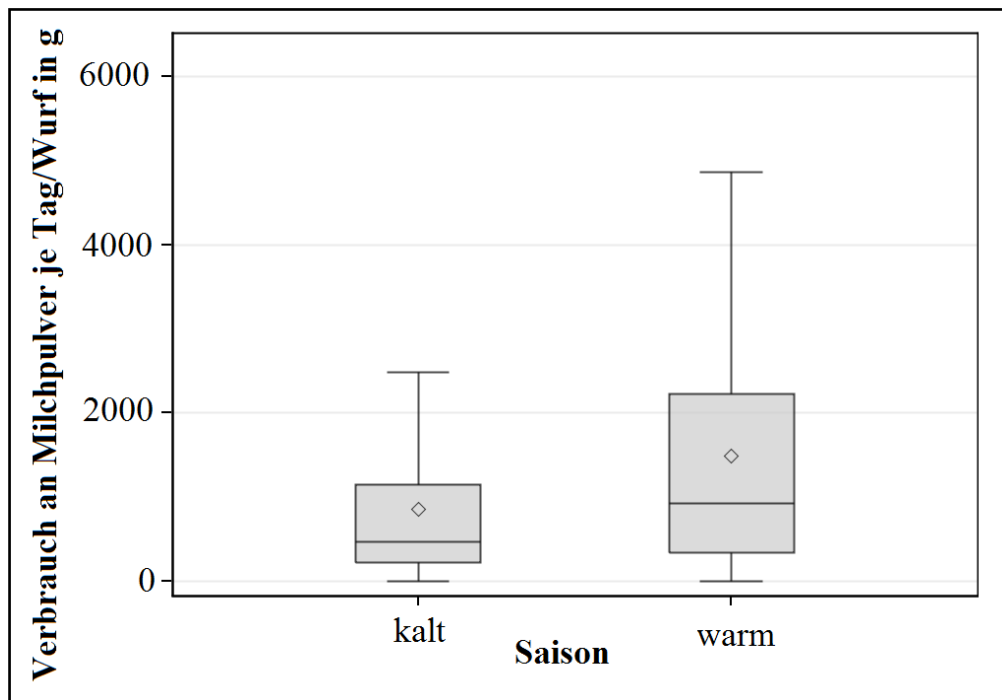


Abbildung 23: Boxplot zur Darstellung des Verbrauches von Milchpulver je Wurf und Tag zwischen dem Zeitraum „warm“ und „kalt“ in Gramm. In der Box sind 50 % der Beobachtungswerte enthalten. Die schwarze Linie in der Box stellt den Median dar und das Viereck den Mittelwert. Die Enden der von den Boxen nach oben und unten führenden Striche zeigen den minimalen und den maximalen Wert an.

Während im Zeitraum „warm“ im Mittel 1,49 ($\pm 1,48$) kg Milchpulver je Wurf und Tag verbraucht wurden, waren es im Zeitraum „kalt“ 0,85 ($\pm 0,97$) kg Milchpulver je Wurf und Tag. Da der Milchverbrauch jeweils für vier Versuchsbuchten, entsprechend einem Versuchsdurchgang, ermittelt wurde, wurde keine Analyse des Milchpulververbrauchs je Sau und ihres Wurfs inkl. einer Korrelationsanalyse durchgeführt.

4.1.6 Verbrauch des Prestarters

Im Durchschnitt war die Verbrauchsmenge an Prestarter je Wurf und Tag sowie je Einzeltier und Tag in der Versuchsgruppe signifikant höher als in der Kontrollgruppe ($p < 0,05$), wie in Tabelle 12 und Abbildung 24 ersichtlich. Im Vergleich zwischen dem Zeitraum „warm“ und „kalt“ wurde in der Kontrollgruppe kein signifikanter Unterschied der Prestarteraufnahme festgestellt ($p = 0,1$; „warm“ = 77,62 ($\pm 159,33$) g je Wurf und Tag; „kalt“ = 69,77 ($\pm 153,40$) g je Wurf und Tag). Im Gegensatz dazu wurde in der Versuchsgruppe ein signifikanter Unterschied zwischen dem mittleren Prestarterverbrauch für den Zeitraum „kalt“ und „warm“ ermittelt ($p = 0,03$; kalt = 96,23 ($\pm 196,98$) g je Wurf und Tag; warm = 105,16 ($\pm 220,01$) g je Wurf und Tag).

Tabelle 12: Durchschnittlicher Verbrauch an Prestarter (MW \pm STD) der Versuchs- und Kontrollgruppe je Wurf und Tag zwischen dem Lebenstag 7 und 26 in Gramm.

	Versuchsgruppe		Kontrollgruppe	
	MW	STD	MW	STD
Verbrauchsmenge Prestarter je Wurf und Tag (in g)	99,19 ^a	204,84	72,44 ^b	155,42
Verbrauchsmenge Prestarter je Einzeltier und Tag (in g)	7,34 ^a	15,18	5,87 ^b	12,44

^{a, b} LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

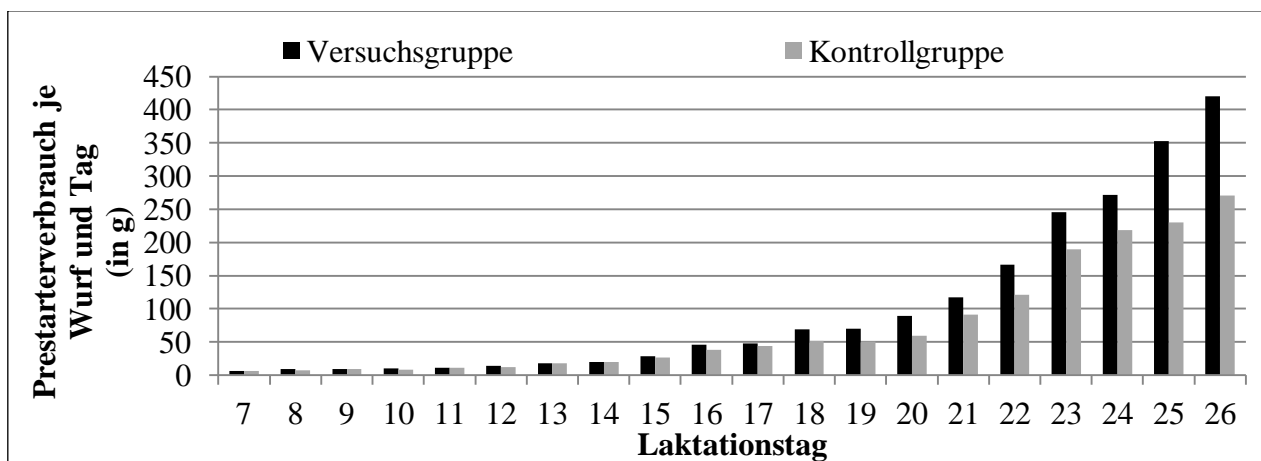


Abbildung 24: Durchschnittlicher Prestarterverbrauch (MW) je Wurf und Tag der Versuchs- und Kontrollgruppe zwischen Laktationstag 7 und 26 in Gramm.

4.2 Einfluss der Milchbeifütterung auf die Sauen

4.2.1 Umfang des Datensatzes

Es wurden 60 Versuchssauen und 60 Kontrollsaue sowie deren Würfe analysiert. Von den Versuchssauen wurden 16 wiederholt eingestellt. In der Kontrollgruppe wurden 23 Sauen wiederholt getestet.

4.2.2 Wurffklasse

Die Sauen der Versuchsgruppe wiesen im Durchschnitt eine Wurfnummer von 4,13 ($\pm 1,93$) und die Sauen der Kontrollgruppe von 4,02 ($\pm 2,00$) auf. In beiden Gruppen wurden dabei Sauen der Wurfnummer eins bis neun genutzt.

4.2.3 Leistungsparameter

In der Versuchs- und Kontrollgruppe wurde eine gleiche Anzahl lebender Ferkel geboren (Tabelle 13). Die Anzahl der tot geborenen Ferkel unterschied sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe ($p=0,17$). Bei der Analyse der Anzahl agF ist zu beachten, dass ein Ferkel mehr an den Versuchssauen belassen wurde (Kapitel 3.6.2). In der Versuchsgruppe wurde dieser signifikante Unterschied ($p<0,05$) bis zum Absetzen gehalten (Tabelle 13).

Tabelle 13: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für die absolute Anzahl lebend und tot geborener sowie abgesetzter Ferkel der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurfklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)).

	Gruppe		Wurfklasse		
	VG	KG	A	B	C
	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)
Anzahl lebend geborener Ferkel je Wurf (lgF)	16,78 ^a (0,44)	16,83 ^a (0,44)	17,09 ^a (0,76)	16,73 ^a (0,52)	16,58 ^a (0,51)
Anzahl tot geborener Ferkel je Wurf (tgF)	1,50 ^a (0,28)	2,02 ^a (0,27)	1,50 ^a (0,48)	1,73 ^a (0,32)	2,04 ^a (0,32)
Anzahl abgesetzter Ferkel (agF)	13,51 ^a (0,15)	12,36 ^b (0,14)	13,06 ^a (0,25)	13,09 ^a (0,17)	12,65 ^a (0,17)

^{a, b} LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Gruppe und der Wurfklasse unterscheiden sich signifikant ($\alpha=5\%$)

Das Gesamtgewicht des Wurfes bei der Geburt unterschied sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe ($p=0,3$). Entsprechend dem Wurfausgleich (Kapitel 3.6.2) wurde in der Versuchsgruppe mit dem zusätzlichen Angebot der Ersatzmilch zur Sauenmilch ein signifikant höheres Absetzgewicht (SE=1,57) als in der Kontrollgruppe (SE=1,59) erreicht (Abbildung 25). Die Differenz der im Modell geschätzten mittleren Absetzgewichte betrug 8,18 kg und war somit größer als das mittlere Absetzgewicht der Ferkel (Kapitel 4.1.2). Die Wurfklasse wies einen signifikanten Einfluss auf das Absetzgewicht der Ferkel auf ($p<0,05$).

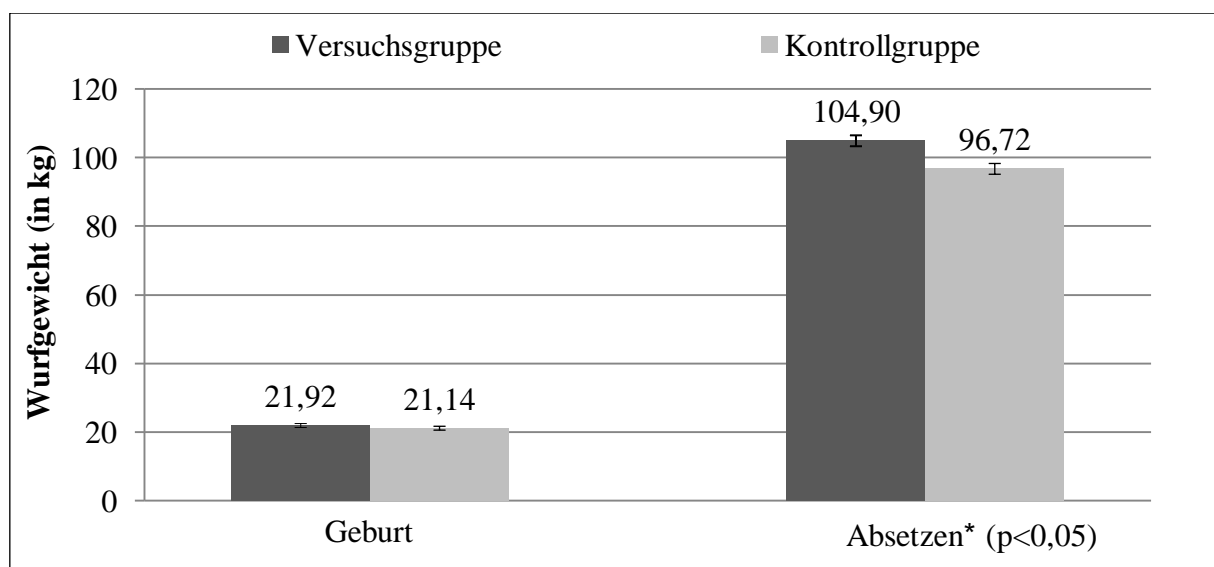


Abbildung 25: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) des gesamten Wurfgewichtes im Vergleich zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe zur Geburt und beim Absetzen in Kilogramm.

4.2.4 Körperkondition

Es ist kein signifikanter Unterschied des **BCS** zwischen den Sauen der Kontroll- und der Versuchsgruppe beim Ein- und Ausstallen vorhanden (Tabelle 14). Die Wurfklasse wies hingegen einen signifikanten Einfluss auf den BCS beim Ausstallen, nicht aber beim Einstallen, auf (Tabelle 14).

Tabelle 14: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für den BCS zum Zeitpunkt des Ein- und Ausstallens der Sauen der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurfklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)).

	Gruppe		Wurfklasse		
	VG	KG	A	B	C
	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)
BCS Einstallen	3,86 ^a (0,04)	3,84 ^a (0,04)	3,92 ^a (0,08)	3,75 ^a (0,05)	3,88 ^a (0,05)
BCS Ausstallen	2,92 ^a (0,06)	2,89 ^a (0,06)	2,75 ^a (0,10)	2,79 ^b (0,06)	3,17 ^c (0,06)

^{a, b} LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Gruppe und der Wurfklasse unterscheiden sich signifikant ($\alpha=5\%$)

In Abbildung 26 ist die Abnahme der **Rückenspeckdicke** zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe zu sehen. Dabei ist festzustellen, dass die Ausgangswerte der Rückenspeckdicke in der Versuchsgruppe höher waren als in der Kontrollgruppe. Die Ursache ist nicht bekannt.

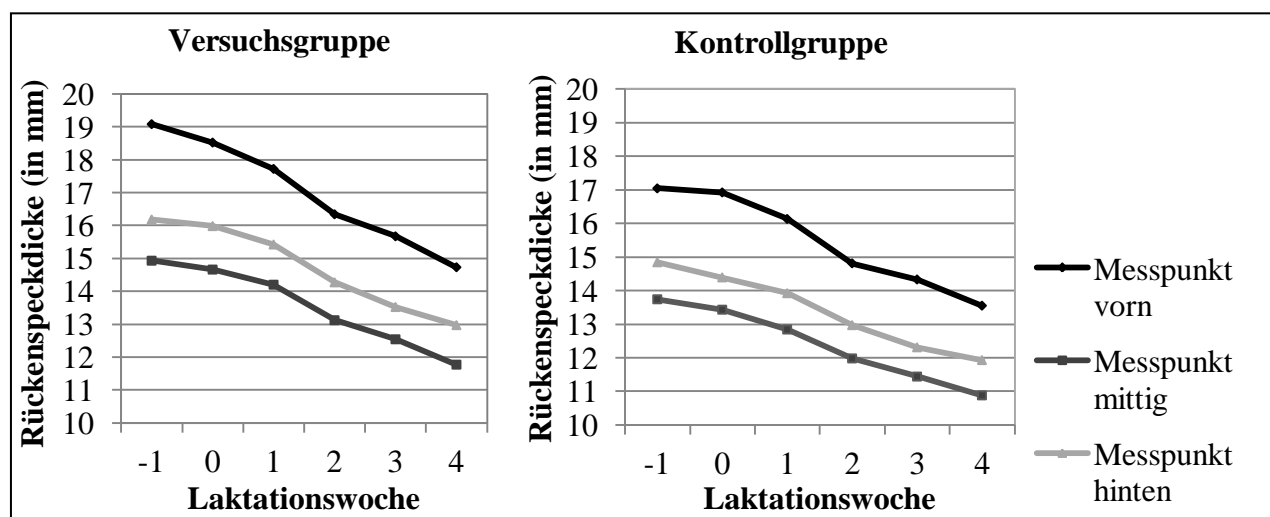


Abbildung 26: Darstellung der Rückenspeckdicken-Abnahme je Laktationswoche zwischen dem Ein- und Ausstallen in Millimeter.

Auf Grund des grundsätzlich unterschiedlichen Niveaus der Rückenspeckdicke der Versuchs- und der Kontrollgruppe wurde die Differenz der ermittelten Rückenspeckdicken zwischen zwei aufeinander folgenden Wochen gebildet und mittels eines gemischten linearen Modells ausgewertet. Die Ergebnisse sind der Tabelle 15 zu entnehmen. Die wöchentlichen Differenzen der zwischen den vorderen, mittleren und hinteren Punkt gemessenen Rückenspeckdicken unterschieden sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe ($p > 0,05$). Auf die Abnahmen der Rückenspeckdicke hatte die Woche der Messung einen signifikanten Einfluss ($p < 0,05$). Zusätzlich war ein signifikanter Effekt der Durchgangsnummer auf die Abnahme der hinteren Rückenspeckdicken vorhanden ($p < 0,05$).

Tabelle 15: Geschätzte Mittelwerte (LSM) der Differenzen der Rückenspeckdicken-Messung zwischen zwei aufeinanderfolgenden wöchentlichen Messungen der Versuchs- und Kontrollgruppe in Millimeter.

	Rückenspeckdicke					
	vorn (in mm)		mittig (in mm)		hinten (in mm)	
	Versuchs- gruppe	Kontroll- gruppe	Versuchs- gruppe	Kontroll- gruppe	Versuchs- gruppe	Kontroll- gruppe
Differenz 1	0,58 ^a	0,14 ^a	0,29 ^a	0,32 ^a	0,23 ^a	0,47 ^a
Differenz 2	0,81 ^a	0,81 ^a	0,47 ^a	0,61 ^a	0,58 ^a	0,49 ^a
Differenz 3	1,40 ^a	1,33 ^a	1,10 ^a	0,87 ^a	1,18 ^a	0,97 ^a
Differenz 4	0,70 ^a	0,52 ^a	0,60 ^a	0,58 ^a	0,77 ^a	0,69 ^a
Differenz 5	0,96 ^a	0,80 ^a	0,78 ^a	0,59 ^a	0,57 ^a	0,42 ^a

*a, b LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe unterscheiden sich signifikant ($\alpha = 5\%$)

Auf das **Körpergewicht** der Sauen beim Einstallen zeigten die Wurfklasse und die Nummer des Versuchsdurchganges einen signifikanten Effekt (Tabelle 16). Auf das Ausstallgewicht der Sauen wurde wiederum ein signifikanter Einfluss der Durchgangsnummer und der Wurfklasse festgestellt (Tabelle 16). Die Gewichte der Sauen beim Ein- und Ausstallen zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe unterschieden sich nicht signifikant (Tabelle 16).

Tabelle 16: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für das Körpergewicht der Sauen zum Zeitpunkt des Ein- und Ausstallens der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurfklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)).

	Gruppe		Wurfklasse		
	VG	KG	A	B	C
	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)
Gewicht Einstallen	271,74 ^a (1,93)	270,82 ^a (1,90)	245,86 ^a (3,31)	269,02 ^b (2,25)	298,96 ^c (2,25)
Gewicht Ausstallen	234,04 ^a (2,56)	235,75 ^a (2,51)	208,32 ^a (4,39)	231,96 ^b (2,95)	264,41 ^c (2,94)

^{a, b} LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Gruppe und der Wurfklasse unterscheiden sich signifikant ($\alpha=5\%$)

4.2.5 Menge der Futteraufnahme

Im Durchschnitt nahmen sowohl die Sauen der Versuchs- als auch der Kontrollgruppe 5,31 kg (LSM) Futter je Tag auf. Dabei war ein Effekt des Versuchsdurchganges auf die aufgenommene Futtermenge vorhanden ($p<0,05$). Da die Menge der täglichen Futtervorlage während der Laktation über eine Kurve eingestellt wurde, wies auch der Effekt der Kurve einen signifikanten Einfluss auf die Menge des Futters auf. Weiterhin zeigte der Vergleich der aufgenommenen Futtermenge zwischen der Saison „warm“ und „kalt“ keinen signifikanten Unterschied auf ($p=0,4$; „kalt“ = 5,64 kg (LSM) Futter je Sau und Tag; „warm“ = 5,47 kg (LSM) Futter je Sau und Tag).

4.2.6 Bonitur des Gesäuges

Die bei der Geburt und vor dem Ausstallen erfassten Häufigkeiten des Auftretens einzelner Boniturdaten der Gesäuge zwischen der Kontroll- und der Versuchsgruppe sind Tabelle 17 zu entnehmen. Zu beachten ist, dass die Anzahl der Beobachtungen der Gesäugeausprägung der Versuchsgruppe beim Einstallen kleiner als beim Ausstallen war. Dies liegt in dem Verzicht der Bonitur von Zitzen begründet, die als anormal zu bewerten sind. Bei dem Ausstallen war an diesen Gesäugekomplexen jedoch eine zu bonitierende Ausprägung vorhanden. Aufgrund des fehlenden Vergleichswertes zu Beginn der Laktation wurde auf eine Auswertung der zunächst als Anomalie angenommenen Zitzen verzichtet. In der Kontrollgruppe nahm die Zahl begutachteter Gesäugekomplexe bis zum Ausstallen ab.

Dies ist durch vorzeitig ausgestallte Sauen zu begründen, bei denen auf Grund eines schlechten Allgemeinbefindens beim Ausstallen keine Gesäugebonitur stattfand. Im Mittel besaßen die Sauen der Kontrollgruppe 14,17 funktionsfähige Zitzen (ffZ) und die Sauen der Versuchsgruppe 14,00 ffZ beim Einstallen. Beim Ausstallen unterschied sich die Anzahl dieser Zitzen mit 12,81 ffZ bei Sauen der Kontrollgruppe im Vergleich zu 13,45 ffZ bei Sauen der Versuchsgruppe signifikant ($p < 0,05$). Weiterhin wurde die Ausprägung des Gesäuges bei den Sauen der Versuchs- und der Kontrollgruppe beurteilt. Es zeigte sich, dass das Gesäuge der Versuchssauen im Vergleich zum Gesäuge der Kontrollsauen einen größeren Anteil an „sehr gut“ und „mäßig“ ausgeprägten Gesäugekomplexen aufwies. Der Anteil an „schlechten“ und „nicht ausgeprägten“ Gesäugekomplexen war dagegen in der Kontrollgruppe größer als in der Versuchsgruppe. Oberflächliche Verletzungen der Haut einzelner Mammarkomplexe und auch Verletzungen der Zitzen traten zu etwa gleichen prozentualen Anteilen auf. Auch die erfassten palpierbaren Veränderungen der einzelnen Gesäugekomplexe, wie beispielsweise Knötchen, wurden etwa gleich häufig in der Versuchs- und der Kontrollgruppe bonitiert. Verhärtete und ödematöse Gesäugekomplexe traten etwa zu gleichen, sehr geringen Anteilen in der Versuchs- und der Kontrollgruppe auf.

Tabelle 17: Bonitur des Gesäuges nach der Geburt und beim Ausstallen bei Sauen der Versuchs- (VG) und der Kontrollgruppe (KG). Angabe der Häufigkeiten mit absoluten Zahlen und in Klammern in Prozent bezogen auf die absolute Anzahl der bonitierten Gesäugekomplexe (n).

	Einstallen		Ausstallen	
	VG	KG	VG	KG
Anzahl der Sauen	60	60	60	58
Funktionalität des Gesäuges	n = 856	n = 892	n = 856	n = 849
funktionsfähige Zitzen je Sau (MW)	14,00	14,17	13,45	12,81
Ausprägung des Gesäuges	n = 845	n = 878	n = 856	n = 849
keine Ausprägung	6 (0,7 %)	4 (0,4 %)	66 (7,7 %)	94 (11,1 %)
schlechte Ausprägung	44 (5,2 %)	37 (4,2 %)	80 (9,4 %)	88 (10,4 %)
mäßige Ausprägung	297 (35,1 %)	308 (35,2 %)	243 (28,4 %)	191 (22,5 %)
sehr gute Ausprägung	498 (58,9 %)	529 (60,3 %)	467 (54,6 %)	476 (56,1 %)
Hautverletzungen am Gesäuge	n = 856	n = 892	n = 856	n = 849
keine Verletzung	789 (92,2 %)	818 (91,7 %)	767 (89,6 %)	761 (89,6 %)
ggr. Verletzung	67 (7,8 %)	74 (8,3 %)	81 (9,5 %)	80 (9,4 %)
mgr. Verletzung	-	-	8 (0,9 %)	8 (0,9 %)
hgr. Verletzung	-	-	-	-
Verletzungen der Zitzen	n = 856	n = 892	n = 856	n = 849
keine Verletzung	849 (99,2 %)	880 (98,7 %)	835 (97,5 %)	829 (97,6 %)
ggr. Verletzung	3 (0,4 %)	7 (0,8 %)	16 (1,9 %)	20 (2,4 %)
mgr. Verletzung	3 (0,4 %)	4 (0,5 %)	3 (0,4 %)	-
hgr. Verletzung	1 (0,1 %)	1 (0,1 %)	2 (0,2 %)	-
Veränderungen am Gesäugekomplex	n = 856	n = 892	n = 856	n = 849
keine Veränderungen	851 (99,4 %)	884 (99,1 %)	781 (91,2 %)	752 (88,6 %)
ggr. Veränderungen	2 (0,2 %)	7 (0,8 %)	61 (7,1 %)	74 (8,7 %)
mgr. Veränderungen	2 (0,2 %)	-	11 (1,3 %)	20 (2,4 %)
hgr. Veränderungen	1 (0,1 %)	1 (0,1 %)	3 (0,4 %)	3 (0,4 %)
Palpationsbefund Gesäuge	n = 856	n = 892	n = 856	n = 849
o.b.B.	836 (97,7 %)	882 (98,9 %)	853 (99,6 %)	848 (99,9 %)
verhärtet	7 (0,8 %)	8 (0,9 %)	1 (0,1 %)	2 (0,2 %)
ödematös	13 (1,5 %)	1 (0,1 %)	2 (0,2 %)	-

4.2.7 Gesundheitsparameter

Die gemessenen **Rektaltemperaturen** innerhalb der ersten drei Tage p.p. ergaben keinen signifikanten Unterschied zwischen den Sauen der Kontroll- und Versuchsgruppe (Tabelle 18). Auf die rektale Körpertemperatur am ersten Tag p.p. wies die Nummer des Versuchsdurchganges einen signifikanten Einfluss auf ($p < 0,05$). Auf die rektale Körpertemperatur am zweiten und dritten Tag p.p. hatte die Wurffklasse einen signifikanten Effekt (Tabelle 18), wobei höhere Temperaturen in den niedrigeren Wurffklassen auftraten. Eine rektale Körpertemperatur über 39,5 °C in den ersten drei Tagen p.p. trat bei vier Sauen der Versuchsgruppe und bei fünf Sauen der Kontrollgruppe auf.

Tabelle 18: Geschätzte Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler (SE) für die Körpertemperaturen bei der routinemäßigen Messung innerhalb der ersten drei Tage p.p. bei Sauen der Versuchs- (VG) und Kontrollgruppe (KG) und der Wurffklasse (A (1./2. Parität); B (3./4. Parität); C (5.-9. Parität)). Darstellung der Ergebnisse in Grad Celsius.

	Gruppe		Wurffklasse		
	VG	KG	A	B	C
	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)	LSM(SE)
Rektaltemperatur 1. Tag p.p. (in °C)	38,75 ^a (0,06)	38,66 ^a (0,06)	38,81 ^a (0,11)	38,65 ^a (0,08)	38,66 ^a (0,08)
Rektaltemperatur 2. Tag p.p. (in °C)	38,42 ^a (0,85)	38,46 ^a (0,85)	38,61 ^a (0,86)	38,31 ^b (0,85)	38,41 ^c (0,83)
Rektaltemperatur 3. Tag p.p. (in °C)	38,30 ^a (0,06)	38,35 ^a (0,06)	38,58 ^a (0,11)	38,30 ^b (0,07)	38,10 ^c (0,07)

*a, b LSMEANS mit unterschiedlichen Buchstaben zwischen der Gruppe und der Wurffklasse unterscheiden sich signifikant ($\alpha=5\%$)

Bei Abweichungen vom Allgemeinbefinden der Sauen und einem verändertem Allgemeinbefinden der Ferkel wurde die **Körpertemperatur** der Sauen auch im Zeitraum 4. bis 27. Tag p.p. gemessen. Dabei betrug die mittlere geschätzte Rektaltemperatur bei zusätzlicher Messung 38,53 (SE=0,06) °C in der Versuchs- und 38,59 (SE=0,06) °C in der Kontrollgruppe. Es war kein signifikanter Unterschied vorhanden ($p > 0,05$). Lediglich die Wurffklasse der Sauen hatte einen signifikanten Einfluss auf die gemessene Körpertemperatur. Während in der Wurffklasse A (Parität 1, 2) eine mittlere Körpertemperatur von 38,71 (SE=0,08) °C gemessen wurde, waren es in der Wurffklasse B (Parität 3, 4) durchschnittlich 38,63 (SE=0,06) °C und bei Sauen der Wurffklasse C (Parität 5, 6, 7, 8, 9) durchschnittlich 38,35 (SE=0,07) °C. Tabelle 19 zeigt die Häufigkeiten der Messung von Rektaltemperaturen kleiner und größer als 39,0 °C vom 4. bis 27. Laktationstag p.p.. Es ist ersichtlich, dass Körpertemperaturen der Sauen über 39,0 °C häufiger in der Kontroll- als in der Versuchsgruppe gemessen wurden. Dabei lag jedoch kein signifikanter Unterschied vor ($p=0,2$).

Tabelle 19: Absolute Häufigkeit der zusätzlichen Messung der Rektaltemperatur der Sauen bei Auffälligkeiten der Sauen und/oder Ferkel (4.-27. Laktationstag).

Körpertemperatur (Anzahl der Beobachtungen)	Versuchsgruppe	Kontrollgruppe
< 39,0 °C	1420	1505
$39,0 \leq KT < 39,5$ °C	40	53
$\geq 39,5$ °C	16	20

Tabelle 20 zeigt die Anzahl der Sauen je Gruppe, welche auf Grund einer entsprechenden Indikation eine **Medikation** erhielten. Dabei wurde kein signifikanter Unterschied in der Häufigkeit der Sauenbehandlungen in den Gruppen festgestellt ($p > 0,05$). Es wurde deutlich, dass bei einem Großteil der Sauen eine Geburtseinleitung mit PGF2-alpha vorgenommen wurde. Bei Geburtsstockung wurde Oxytocin (10 I.E. i.m.) nach einer geburtshilflicher Untersuchung bei etwa der Hälfte der Tiere in beiden Gruppen verabreicht. Auf das Auftreten von MMA und Mastitis wird weiter unten detailliert eingegangen.

Tabelle 20: Prozentuale Häufigkeitsverteilung einer medikamentösen Behandlung eingeteilt nach Indikation bei Sauen der Versuchs- und der Kontrollgruppe während der Laktation.

Indikation	Versuchsgruppe (n=60)	Kontrollgruppe (n=60)
Geburtseinleitung	96,7 %	83,3 %
Geburtsunterstützung	50,0 %	48,3 %
Verweigerung der Futteraufnahme	0,0 %	3,3 %
Mastitis-Metritis-Agalaktie Komplex (1.bis 3. Ld)	8,3 %	5,0 %
Mastitis (4.Ld bis Absetzen)	16,7 %	23,3 %
Metritis	3,3 %	1,7 %
Lahmheit	5,0 %	3,3 %
Retentio secundinarum	3,3 %	3,3 %

Schulterläsionen traten bei neun (15,0 %) Sauen der Versuchsgruppe und bei zehn (16,7 %) Sauen der Kontrollgruppe auf.

Hinsichtlich der **Abgangsursachen** ist festzustellen, dass insgesamt fünf Sauen der Versuchsgruppe und sieben Sauen der Kontrollgruppe eher ausgestallt oder nach dem Versuch geschlachtet wurden. Die Ursachen der Abgänge der Sauen während bzw. nach dem Versuch sind der Tabelle 21 zu entnehmen.

Tabelle 21: Darstellung der Häufigkeiten (n) der Ursachen der Abgänge bei Sauen der Versuchs- und der Kontrollgruppe.

Ursache des Abganges	Versuchsgruppe (n=60)	Kontrollgruppe (n=60)
eine Woche eher ausstallen, da schlechtes Allgemeinbefinden	n=0	n=2
Alter	n=1	n=0
Veränderungen des Gesäuges	n=2	n=1
Dysgalaktie	n=0	n=1
Umrauschen	n=2	n=3

Das **MMA-Syndrom** wurde zwischen der Geburt und dem dritten Laktationstag bei fünf Sauen der Versuchsgruppe und bei drei Sauen der Kontrollgruppe festgestellt. Im Zeitraum zwischen dem Laktationstag vier und dem Absetzen der Ferkel wurde 10-mal in der Versuchs- und 14-mal in der Kontrollgruppe eine Mastitis diagnostiziert.

4.2.8 Fruchtbarkeitsparameter

Die Fruchtbarkeitsparameter wurden als LSM mit den entsprechenden Standardfehler (SE) berechnet. In beiden Gruppen unterschied sich dabei das Absetz-Duldungs-Intervall nicht signifikant voneinander ($p=0,40$). So duldeten die Sauen der Versuchsgruppe 3,97 (SE=0,67) Tage und die Sauen der Kontrollgruppe 4,03 (SE=0,67) Tage nach dem Absetzen. Auch die Absetz-Beleg-Tage unterschieden sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe ($p=0,06$). Die erste Besamung erfolgte mit 4,88 (SE=0,04) Tagen nach dem Absetzen jedoch tendenziell eher in der Versuchs- als in der Kontrollgruppe mit 5,00 (SE=0,04) Tagen nach dem Absetzen. Dabei wurden die Sauen der Versuchsgruppe 2,40-mal und die Sauen der Kontrollgruppe 2,59-mal besamt. Bei der sonografischen Trächtigkeitskontrolle, die 28 Tage nach der Belegung durchgeführt wurde, waren in der Versuchsgruppe 96,22 % und in der Kontrollgruppe 94,44 % der Sauen tragend. Ein Umrauschen wurde bei vier Sauen der Versuchsgruppe und drei Sauen der Kontrollgruppe festgestellt.

4.2.9 Bakteriologische Untersuchung der Sauenmilch

Die mikrobiologischen Analysen der Sauenmilchproben ergaben im direkten Vergleich keine signifikanten Unterschiede des Bakterienspektrums zwischen der Kontroll- und Versuchsgruppe. In den Sauenmilchproben beider Gruppen waren vorrangig *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* zu isolieren (Tabelle 22).

Tabelle 22: Prozentuale Häufigkeit der isolierten Bakterien in den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe (VG) und der Kontrollgruppe (KG). Es werden jeweils die absoluten Häufigkeiten (n) und in Klammern der prozentuale Anteil an den insgesamt entnommenen Milchproben je Gruppe angegeben.

Bakterien-Familie ¹	Bakterienspezies	Bakterien Vorkommen VG (n=116)	Bakterien Vorkommen KG (n=116)	Ergebnis CHI ² -Test	Ergebnis des linearen Modells
Staph	<i>allgemein</i>	96 (82,8%)	101 (87,1%)	n.s.(p=0,5)	n.s.(p=0,2)
Strep		75 (64,7%)	76 (65,5%)	n.s.(p=1,0)	n.s.(p=0,9)
Entero	<i>allgemein</i>	19 (16,4%)	17 (14,7%)	n.s.(p=0,86)	n.s.(p=0,9)
	<i>E.coli</i> spp.	11 (9,5%)	12 (10,3%)	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Enterobacter</i> spp.	2 (1,7%)	1 (0,9%)	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Klebsiella</i> spp.	2 (1,7%)	1 (0,9%)	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Citrobacter</i> spp.	0	1 (0,9%)	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Pantoea</i> spp.	3 (2,6%)	2 (1,7%)	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Kluyvera</i> spp.	2 (1,7%)	2 (1,7%)	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Raoultella</i> spp.	1 (0,9%)	0	n.s.(p=1,0)	-
	<i>Salmonella</i> spp.	1 (0,9%)	0	n.s.(p=1)	-
Past	<i>Pasteurella</i> spp.	2 (1,7%)	1 (0,9%)	n.s.(p=1,0)	-
Pseu	<i>Pseudomonas</i> spp.	1 (0,9%)	2 (1,7%)	n.s.(p=1,0)	-
Mora	<i>Acinetobacter</i> spp.	2 (1,7%)	1 (0,9%)	n.s.(p=1,0)	-
Aero	<i>Aeromonas</i> spp.	0	2 (1,7%)	n.s.(p=0,5)	-
Flavo	<i>Chryseobacter</i> spp.	1 (0,9%)	2 (1,7%)	n.s.(p=1,0)	-
Burk	<i>Burkholderia</i> spp.	2 (1,7%)	0	n.s.(p=0,5)	-
unsp		52 (44,8%)	40 (34,5%)	n.s.(p=0,1)	-

*n.s.: nicht signifikant (p>0,05); **s.: signifikant (p<0,05)

¹Staph=Staphylococcaceae; Strep=Streptococcaceae; Entero=Enterobacteriaceae; Past=Pasteurellaceae; Pseu=Pseudomonadaceae; Mora=Moraxellaceae; Aero=Aeromonadaceae; Flavo=Flavobacteriaceae; Burk=Burkholderiaceae; unsp= unspezifische Keime

So wurden in 82,8 % aller Sauenmilchproben der Versuchsgruppe und in 87,1 % der Sauenmilchproben der Kontrollgruppe *Staphylococcaceae* isoliert. Bakterien der Familie *Streptococcaceae* wurden in 64,7 % der Sauenmilchproben der Versuchsgruppen und in 65,5 % der Sauenmilchproben der Kontrollgruppe nachgewiesen. Da in vorhergehenden Studien eine hohe Prävalenz an *Enterobacteriaceae* auftrat (KEMPER und GERJETS 2009), wurden Bakterien dieser Familie auch in dieser Studie differenziert. Diese wurden ohne einen signifikanten Unterschied in

16,4 % der Sauenmilchproben der Versuchsgruppe und in 14,7 % der Sauenmilchproben der Kontrollgruppe nachgewiesen.

Da die Milchprobenentnahme zu drei verschiedenen Zeitpunkten (Kapitel 3.8.1) stattfand ist besonders der Entwicklung des Bakterienspektrums im Verlauf der Laktation Beachtung zu schenken (Tabelle 23).

Tabelle 23: Prozentuale Häufigkeit der isolierten Bakterien in den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe (VG) und der Kontrollgruppe (KG) zu drei Zeitpunkten der Säugeperiode. Es werden jeweils die absoluten Häufigkeiten (n) und in Klammern der prozentuale Anteil an den insgesamt entnommenen Milchproben je Gruppe angegeben. Der p-Wert zeigt die statistische Signifikanz zwischen beiden Gruppen an.

Bakterien- familie*	Probenentnahme 1 (2. Laktationstag)			Probenentnahme 2 (14. Laktationstag)			Probenentnahme 3 (20. Laktationstag)		
	VG (n=40)	KG (n=38)	p	VG (n=38)	KG (n=40)	p	VG (n=38)	KG (n=38)	p
Staph	29 (72,5%)	32 (84,2%)	0,3	32 (84,2%)	39 (97,5%)	0,05	35 (92,1%)	30 (79,0%)	0,2
Strep	26 (65,0%)	20 (52,6%)	0,4	20 (52,6%)	28 (70,0%)	0,1	29 (76,3%)	28 (73,7%)	1,0
Entero	9 (22,5%)	12 (31,6%)	0,4	7 (18,4%)	2 (5,0%)	0,08	3 (7,9%)	3 (7,9%)	1,0
Past	0	0	-	1 (2,6 %)	1 (2,5 %)	1,0	1 (2,6 %)	0	1,0
Pseu	0	1 (2,6%)	0,5	1 (2,6 %)	0	0,5	0	1 (2,6 %)	1,0
Mora	2 (5,0%)	1 (2,6%)	1,0	0	0	-	0	0	-
Aero	0	0	-	0	0	-	0	2 (5,3 %)	0,5
Flavo	0	0	-	0	1 (2,5 %)	1,0	1 (2,6 %)	1 (2,6 %)	1,0
Burk	0	0	-	1 (2,6 %)	0	0,5	1 (2,6 %)	0	1,0

*Staph=Staphylococcaceae; Strep=Streptococcaceae; Entero=Enterobacteriaceae;
 Past=Pasteurellaceae; Pseu=Pseudomonadaceae; Mora=Moraxellaceae; Aero=Aeromonadaceae;
 Flavo=Flavobacteriaceae; Burk=Burkholderiaceae

Während der ersten, zweiten und dritten Probenentnahme war kein Unterschied bei einem Signifikanzniveau von 5 % aufgetreten. Bei einem höher gesetzten Signifikanzniveau von 10 %, fiel ein Unterschied bei der Häufigkeit des Auftretens von *Staphylococcaceae* zum Zeitpunkt der

zweiten Probenentnahme auf ($p=0,05$). So wurden zu diesem Termin in der Versuchsgruppe in 84,2 % der Sauenmilchproben *Staphylococcaceae* isoliert, in den Sauenmilchproben der Kontrollgruppe dagegen in 97,5 %. Am 20. Laktationstag unterschied sich die Häufigkeit isolierter *Staphylococcaceae* jedoch nicht mehr signifikant voneinander ($p=0,2$). Zu diesem Zeitpunkt wurden in 92,1 % der Sauenmilchproben der Versuchsgruppe *Staphylococcaceae* isoliert. Hingegen wurden weniger, jedoch nicht signifikant weniger, *Staphylococcaceae* in 79,0 % der Sauenmilchproben der Kontrollgruppe, nachgewiesen. Hinsichtlich des Auftretens der *Enterobacteriaceae* zum Zeitpunkt der zweiten Probenentnahme konnten diese Bakterien tendenziell häufiger aus den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe als aus den Sauenmilchproben der Kontrollgruppe ($p=0,08$) isoliert werden. Zum Zeitpunkt der dritten Probenentnahme bestätigte sich diese Tendenz nicht. Zu diesem Zeitpunkt wurden jeweils in 7,9 % der Sauenmilchproben der Versuchs- und der Kontrollgruppe *Enterobacteriaceae* nachgewiesen.

Weiterhin wurde das Bakterienspektrum der Milchprobe verglichen, die vor und während des Auftretens einer Mastitis entnommen wurden. Die Ergebnisse sind der Tabelle 24 zu entnehmen.

Tabelle 24: Prozentuale Häufigkeit der isolierten Bakterien in den Sauenmilchproben der Versuchsgruppe (VG) und der Kontrollgruppe (KG) vor und während klinisch diagnostizierter Mastitis. Es werden jeweils die absoluten Häufigkeiten (n) und in Klammern der prozentuale Anteil an den insgesamt entnommenen Milchproben je Gruppe angegeben.

Bakterienspezies	Probe vor Mastitis			Probe bei Mastitis		
	VG (n=5)	KG (n=6)	VG+KG (n=11)	VG (n=6)	KG (n=7)	VG+KG (n=13)
<i>Staph. aureus</i>	2 (40,0 %)	2 (33,3 %)	4 (36,4 %)	3 (50,0 %)	2 (28,6 %)	5 (38,5 %)
<i>Staph. hyicus</i>	3 (60,0 %)	1 (16,7 %)	4 (36,4 %)	3 (50,0 %)	3 (42,9 %)	6 (46,2 %)
<i>Staph. chromogenes</i>	0	0	0	1 (16,7 %)	2 (28,6 %)	3 (23,1 %)
<i>Staph. hominis</i>	0	0	0	0	1 (14,3 %)	1 (7,7 %)
<i>Staph. haemolyticus</i>	0	2 (33,3 %)	2 (18,2 %)	2 (33,3 %)	1 (14,3 %)	3 (23,1 %)
<i>Staph. simulans</i>	1 (20,0 %)	1 (16,7 %)	2 (18,2 %)	1 (16,7 %)	0	1 (7,7 %)
<i>Staph. sonstige</i>	1 (20,0 %)	2 (33,3 %)	3 (27,3 %)	1 (16,7 %)	2 (28,6 %)	3 (23,1 %)
<i>Streptococcaceae</i> (keine Differenzierung mittels API-System)	5 (100,0 %)	4 (66,7 %)	9 (81,8 %)	5 (83,3 %)	7 (100,0 %)	12 (92,3 %)

*da keine Signifikanzen ($\alpha=5\%$) auftraten, wurde auf eine Beschriftung mit Buchstaben verzichtet

In den Sauenmilchproben wurden hauptsächlich Bakterien der Familien *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* isoliert. Die *Staphylococcaceae* wurden im Anschluss weiter differenziert. Auf die Differenzierung der *Streptococcaceae* wurde verzichtet. *Enterobacteriaceae* wurden in dieser Studie bei keiner Milchprobe von an Mastitis erkrankten Tieren nachgewiesen. Es ist festzustellen, dass zum großen Anteil *Staphylococcus aureus* und *Staphylococcus hyicus*, sowohl in der Probe vor dem Auftreten von Mastitis als auch bei der Mastitis, isoliert wurden. Dabei wurden die Keime häufiger, jedoch ohne auftretende Signifikanzen, bei der Mastitis als vor dem Auftreten einer Mastitis isoliert.

Insgesamt wurden keine signifikanten Unterschiede im Bakterienspektrum zwischen der Kontroll- und Versuchsgruppe zu den Zeitpunkten vor und während der Mastitis gefunden. Des Weiteren wurden auch keine signifikanten Unterschiede im Bakterienvorkommen bei Mastitis und vor einer Mastitis über die Gesamtheit der beiden Sauengruppen gefunden.

4.3 Sonstige erfasste Parameter

4.3.1 Bakteriologische Untersuchung der Tankmilchproben

Eine Übersicht über das Bakterienspektrum der Tankmilchproben liefert Tabelle 25. Es wurde in jeder Milchprobe mindestens ein Bakterium isoliert. Der größte Anteil der isolierten Spezies gehörte zur Familie der *Enterobacteriaceae*, wobei *Escherichia coli*, *Enterobacter* spp., *Klebsiella* spp., *Citrobacter* spp., *Raoultella* spp. und *Enterobacter* spp. differenziert wurden. Weiterhin wurden *Staphylococcus* spp. und zu geringen Anteilen *Streptococcus* spp., *Acinetobacter* spp., *Burkholderia* spp. und *Stenotrophomonas* spp. nachgewiesen.

Durch die regelmäßige Entnahme der Tankmilch sollte auf das Bakterienspektrum im Verlauf des Angebotes an Milchaustauscher zwischen dem zweiten Laktationstag und dem Absetzen geschlossen werden. Dabei wurde kein Anstieg des Bakterienspektrums der Tankmilchproben im Verlauf der Laktationsperiode nachgewiesen. Aus einer bakteriologischen Milchprobe eines unter Stallbedingungen frisch angemischten Milchaustauschers wurden ebenfalls *Enterobacteriaceae* isoliert. Aus zwei Tupferproben des Wasserhahnes, aus dem Wasser für das Anmischen des Milchaustauschers entnommen wurde, wurden keine Bakterien nachgewiesen.

Tabelle 25: Übersicht des Bakterienvorkommens in Tankmilchproben (n=25), die 24 Stunden nach dem Anmischen des Milchaustauschers aus dem Tanksystem entnommen wurden. Angabe in absoluten Häufigkeiten und in Prozent in Bezug zu den insgesamt entnommenen Milchproben.

Bakterienfamilie	Bakterienspezies	absolute Häufigkeit	Prozent aller Proben
<i>Staphylococcaceae</i>	allgemein	3	12,0 %
<i>Streptococcaceae</i>	allgemein	1	4,0 %
<i>Enterobacteriaceae</i>	allgemein	24	96,0 %
	<i>E. coli</i> spp.	1	4,0 %
	<i>Enterobacter</i> spp.	9	36,0 %
	<i>Klebsiella</i> spp.	11	44,0 %
	<i>Citrobacter</i> spp.	11	44,0 %
	<i>Raoultella</i> spp.	7	28,0 %
<i>Moraxellaceae</i>	<i>Acinetobacter</i> spp.	1	4,0 %
<i>Burkholderiaceae</i>	<i>Burkholderia</i> spp.	1	4,0 %
<i>Xanthomonadaceae</i>	<i>Stenotrophomonas</i>	1	4,0 %
unspezifische Keime	allgemein	6	24,0 %

5 Diskussion

5.1 Ziel der Studie

Diese Arbeit hatte zum Ziel, die Auswirkungen einer automatischen ad libitum Beifütterung von Ersatzmilch in der Abferkelbucht auf die Leistung und auf die Gesundheit von Sauen und ihren Ferkeln in großen Würfen zu analysieren. Dafür wurden jeweils 60 Versuchs- und Kontrollsauen und deren Würfe in 15 Durchgängen praxisnah getestet. Durch die zusätzliche ad libitum Aufnahme von künstlichem Milchaustauscher sollten die Leistung und vor allen Dingen auch die Gesundheit von Sauen und ihren Ferkel verbessert werden. Durch eine zusätzliche Stärkung der Ferkel sollte zudem das Gesäuge der Sau zur Milchproduktion besser stimuliert werden. Dies sollte wiederum das Bakterienspektrum und somit potentielle Gesäugeerkrankungen der Sau, reduzieren. Für die Untersuchungen wurde die größtmögliche Anzahl von Ferkeln an der Sau bis zum Absetzen belassen.

5.2 Tiere, Material und Methoden

Die Datenerhebung wurde über zehn Monate auf der Lehr- und Versuchsstation Futterkamp der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein durchgeführt, um die Auswirkungen des Milchbeifütterungssystems Supp-Le-Milk[®] (Fa. Boeries, Lindern, Deutschland) unter Praxisbedingungen zu testen. Dieser Sauenstall bot sich an, da er neben diversen technischen Ausstattungen für die Messungen auch eine hohe Rate an IgF pro Sau aufwies.

Der Versuch wurde mit Sauen der Genetik Porkuss[®] durchgeführt. Diese Genetik wirbt mit einer hohen Fruchtbarkeitsleistung. Diese stellte eine optimale Grundlage für den Versuch dar, da die Aufzucht einer großen Anzahl an Ferkeln je Wurf getestet wurde. Als Besamungseber wurden Piétrain-Eber genutzt. Dieser Einsatz von Fleischrasse-Ebern entspricht dem Trend bei der Erzeugung von Mastschweinen. So liegt der Anteil von Piétrain-Sperma an den gesamt vertriebenen Spermaportionen bei über 90 % (Klemens Schulz, Bonn, persönliche Mitteilung vom 05.03.2013).

Das Ziel dieser Untersuchung war es den Effekt der automatischen und frei zur Verfügung stehenden Milchbeifütterung im Abferkelbereich auf die Sau und ihre Ferkel bei der Aufzucht einer großen Anzahl an Ferkeln zu testen. Zur Standardisierung wurde ein Wurfausgleich durchgeführt, so dass in der Versuchsgruppe so viele Ferkel an den Sauen verblieben, wie sie funktionsfähige Zitzen aufwiesen. In der Kontrollgruppe konnte dies aus tierschutzrechtlichen und stallbedingten Gründen nicht gleichermaßen realisiert werden. So verblieb in der Kontrollgruppe ein Ferkel weniger an der Sau als diese funktionsfähige Zitzen aufwies. Auf eine Standardisierung der Wurfgröße der Versuchsgruppe wie in der Kontrollgruppe wurde verzichtet, um den Effekt des großen Wurfes in der Versuchsgruppe beizubehalten.

Um eine große Anzahl verbleibender Ferkel an den Kontroll- und Versuchssauen während der gesamten Laktationsperiode zu garantieren, wurden zudem die weniger vitalen und kleinen Ferkel

aus dem Versuch versetzt. Dies geschah ausschließlich, wenn überzählige Ferkel auf Grund der Standardisierung aus den Gruppen weggesetzt werden mussten. Die aus dem Versuch versetzten Ferkel wiesen dabei ein durchschnittliches Gewicht von 0,98 kg auf. Trotzdem verblieben auch Ferkel unter 1,0 kg im Versuch.

Das automatische Milchbeifütterungssystem wurde so installiert, dass jeweils ein Milchtank für vier Versuchsbuchten zur Verfügung stand, für welche täglich Messungen des Milchverbrauchs durchgeführt wurden. Zur Bewertung und Berechnung des Verbrauches an zusätzlicher Milch je Wurf hätte je Versuchsbucht ein eigenständiges Tank- und Leitungssystem zur Verfügung stehen müssen. Dies war aus stallbedingten und wirtschaftlichen Gründen nicht zu realisieren. Es sollte jedoch bei zukünftigen Versuchen in Erwägung gezogen werden. Für den exakten Verbrauch an zusätzlicher Milch je Saugferkel hätte zudem eine Messung und Dokumentation des Milchverbrauchs eines jeden Ferkels durchgeführt werden müssen. Dies ist beispielsweise durch die Wiegen-Säugen-Wiegen Methode möglich (PETTIGREW et al. 1985). Auf Grund des Umfanges des Versuches und des damit verbundenen Stresspotentials für die Tiere wurde sich gegen eine solche Messung entschieden.

5.3 Auswirkung der Milchbeifütterung auf die Ferkel

5.3.1 Körpermasseentwicklung der Ferkel

Die Körpermasseentwicklung der Ferkel unterschied sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe trotz der Aufzucht von einem Ferkel mehr in der Versuchsgruppe.

Dies widerspricht den Beobachtungen von AZAIN et al. (1996), KING et al. (1998), WOLTER et al. (2002) und MILLER et al. (2012), die einen signifikanten Anstieg der Absetzgewichte der Einzeltiere in der Versuchsgruppe bei einer Milchbeifütterung zusätzlich zur Sauenmilch beschrieben. Doch wurden bei diesen Studien, anders als bei der aktuellen Studie, gleich viele Ferkel und im Durchschnitt zehn bis zwölf Ferkel je Wurf an den Sauen der Versuchs- sowie der Kontrollgruppe belassen. In der aktuellen Studie wurde jedoch ein Ferkel mehr an den Versuchssauen belassen, was dazu führte, dass 12,36 Ferkel in der Kontroll- und 13,51 Ferkel in der Versuchsgruppe abgesetzt wurden. In vorhergehenden Studien wurde nachgewiesen, dass eine Sau proportional zur Milchproduktion umso mehr Gewicht und Rückenspeckdicke verliert, je mehr Ferkel sie aufgezogen hat (UDOMPRASERT und POOLPERM 2006). In der aktuellen Studie wird der Nutzen einer Milchbeifütterung insbesondere durch das Erreichen des gleichen individuellen Absetzgewichtes zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe, trotz der Aufzucht eines Ferkels mehr in der Versuchsgruppe, deutlich. In bisherigen Studien ohne Milchbeifütterung wurde festgestellt, dass die Tageszunahmen der Ferkel sinken, je größer ein Wurf ist (ANDERSEN et al. 2011, AULDIST et al. 1998, PEDERSEN et al. 2011). Dieser negative Effekt wurde in der aktuellen Studie durch die Milchbeifütterung aufgehoben.

Weibliche Ferkel wogen bei der Geburt signifikant weniger als männliche Ferkel. Dieser Effekt des Geschlechts auf das individuelle Ferkelgewicht war zur Geburt vorhanden, war bei den Wiegungen am 7. und 14. Laktationstag sowie beim Absetzen aber nicht mehr erkennbar. Dies

kann mit einer niedrigeren Tageszunahme der männlichen Ferkel auf Grund des Geschlechts oder der Kastration in Verbindung gebracht werden (JOHANSEN et al. 2004). Der Effekt des Geschlechts hatte in der aktuellen Studie jedoch nur Einfluss auf das Geburtsgewicht und nicht auf die Tageszunahmen der Saugferkel.

Die Tageszunahmen der Saugferkel schwankten dabei von der Geburt bis zum Absetzen von 153,0 g bis 288,5 g in der Versuchsgruppe und von 160,0 g bis 285,2 g in der Kontrollgruppe. PLUSKE und DONG (1998) gaben hingegen eine Tageszunahme der Ferkel zwischen 180,0 g und 240,0 g je Tag zwischen der Geburt und dem Absetzen an, wobei nicht deutlich wird, welche Genetik diese Wachstumsrate erzielte. Im Vergleich mit diesen Zahlen wiesen sowohl die Versuchs- als auch die Kontrollgruppe zu Beginn der Laktation eine niedrigere und zum Ende der Laktation eine höhere Tageszunahme auf. Beim Vergleich der Tageszunahmen der Versuchs- und Kontrollferkel wurden keine signifikanten Unterschiede deutlich. Es wurde jedoch erkennbar, dass die Tageszunahmen der Kontrollgruppe im Zeitraum zwischen der Geburt und dem 14. Lebenstag etwas höher waren als in der Versuchsgruppe. Im Zeitraum zwischen dem 14. Lebenstag und dem Absetzen nahmen die Ferkel der Versuchsgruppe etwas besser zu als die Ferkel der Kontrollgruppe, wie auch bei King et al. (1998) festgestellt wurde. BOYD et al. (1995) beschrieben im gleichen Zusammenhang, dass das Milchangebot der Sau bereits ab dem Laktationstag acht nicht mehr ausreicht, um den Energiebedarf ihrer Saugferkel zu decken. Weiterhin erläutert KING (2000), dass die Sau ihre Milchproduktion besonders in der frühen Laktation an die Anzahl der Ferkel je Wurf anpasst. In der späten Laktation wird jedoch besonders bei großen Würfen ein Maximum der Sauenmilchproduktion erreicht (KING 2000). Dies wiederum bedeutet, dass die mögliche Sauenmilchaufnahme je individuellem Ferkel bei einer ansteigenden Wurfgröße, besonders in der fortschreitenden Laktation, sinkt (KING 2000). Im Zusammenhang mit den Tageszunahmen der aktuellen Studie wird somit vermutet, dass eine zusätzliche Milchbeifütterung das Wachstum der Saugferkel, besonders in der späten Laktation, unterstützt und ebenso einen potentiellen Milchmangel der Sau für ihre Ferkel ausgleicht. Es ist möglich, dass dieser Effekt in der aktuellen Studie auf Grund der Aufzucht eines Ferkels mehr in der Versuchsgruppe nicht signifikant ausgeprägt war. Es ist folglich zu vermuten, dass auch bei Hypogalaktien der Sau, die bspw. durch das Auftreten von MMA oder einer Mastitis in fortgeschrittener Laktation verursacht werden, das zusätzliche Angebot einer Milchbeifütterung den Milchmangel der Ferkel ausgleichen kann (MARTINEAU et al. 2012). Zur genaueren Analyse dieser These sind weitergehende Untersuchungen zu empfehlen.

Bezüglich der Varianz der Absetzgewichte unterschied sich die Standardabweichung der Absetzgewichte der Ferkel in den beiden Gruppen nicht signifikant voneinander, was den Beobachtungen von GROSSE BEILAGE und BLAHA (2009) entspricht. Auf die Varianz der Absetzgewichte der Ferkel untereinander scheint die Heterogenität des Wurfs nach dem Versetzen einen größeren Effekt aufzuweisen als die Milchbeifütterung. So beschrieben bereits MILLIGAN et al. (2001), dass schwere Ferkel in variablen Würfen signifikant mehr zunahmen als

leichte Ferkel. In uniformen Würfen existierten keine Unterschiede hinsichtlich der Gewichtszunahmen (MILLIGAN et al. 2001).

5.3.2 Gesundheitsparameter

Die Anzahl an Medikationen unterschied sich bei der Behandlung von Durchfall sowie bei der selteneren Therapie von Gesichtsverletzungen signifikant zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe. Dies widerspricht Beobachtungen von MILLER et al. (2012), die keinen Unterschied der Häufigkeit medikamentöser Therapien zwischen der supplementierten und der nicht supplementierten Gruppe feststellte. Dabei wurden jedoch hauptsächlich Diarrhoeen oder Lahmheiten behandelt (MILLER et al. 2012). In der aktuellen Studie kann ein selteneres Auftreten von Gesichtsverletzungen in der Versuchsgruppe auf einen geringeren Kampf um das Gesäuge hinweisen. Dies wird möglicherweise durch eine zusätzliche Sättigung der Ferkel durch den Milchaustauscher bewirkt, die vermutlich das Konfliktpotential der Saugferkel senkt. Da die geringere Prävalenz von Gesichtsverletzungen in der Versuchsgruppe auftrat, welche ein Ferkel mehr aufzog als die Kontrollgruppe, widerspricht dies den Beobachtungen von HANSSON und LUNDEHEIM (2012). Sie stellten fest, dass die Häufigkeit des Auftretens von Gesichtsläsionen mit der Wurfgröße zunimmt. Eine Beifütterung von Ersatzmilch fand in dieser Studie nicht statt. Zur weitergehenden Untersuchung der aufgetretenen Signifikanz in der aktuellen Studie wären genauere Verhaltensbeobachtungen der Ferkel, inklusive einer Videobeobachtung und einer Bonitur der Gesichtsläsionen, hilfreich.

In der Versuchsgruppe wurden signifikant mehr Ferkel auf Grund einer Diarrhoe behandelt. Die Durchführung der Behandlung wurde vom jeweilig zuständigen und sich abwechselnden Stallpersonal subjektiv entschieden, wobei die Medikation abwechselnd prophylaktisch oder therapeutisch erfolgte. Um einen einheitlicheren Vergleich zwischen den Gruppen durchzuführen, wurde die tägliche Bonitur der Ausprägung der Diarrhoe zum Vergleich genutzt. Diese wurde während der Versuchsphase kontinuierlich von einer Person durchgeführt. Dabei trat eine Diarrhoe nicht signifikant häufiger in der Versuchsgruppe auf ($p=0,09$). Es kann jedoch eine Tendenz abgeleitet werden. Die genaue Ursache dafür ist nicht bekannt. DEWEY et al. (1995), welche 29.843 Würfe hinsichtlich ihres Gesundheitsstatus bewerteten, vermuteten, dass ein häufigeres Auftreten von Durchfall in der mit Milch supplementierten Gruppe durch eine geringere Säugefrequenz an der Sau verursacht wird. In der aktuellen Studie wurde hingegen bei den täglichen Kontrollgängen nach eigenem Ermessen keine veränderte Säugefrequenz der Versuchs- und Kontrollferkel festgestellt, was mit Beobachtungen von KING et al. (1998) übereinstimmt. Um zudem genauere Informationen zum Erregerspektrum zu bekommen, hätte der Kot analysiert werden können.

5.3.3 Mortalität

Beim Vergleich der Mortalität der Versuchsferkel wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden, was mit Beobachtungen von AZAIN et al. (1996), KING et al. (1998) und MILLER et al. (2012) übereinstimmt. Im Gegensatz dazu wurden bei RATLIFF et al. (2005) und WOLTER et

al. (2002), in deren Studien Ferkeln zusätzliche Milch ab Laktationstag zwei und drei angeboten wurde, ein tendenziell bis signifikant verringertes Auftreten der Ferkelmortalität in den Versuchsgruppen beobachtet. In diesen Studien wurde jedoch keine Aufschlüsselung nach einzelnen Verlustursachen durchgeführt. Im Gegensatz dazu wurden in der aktuellen Studie die Verlustursachen aufgeschlüsselt und die Verlustursachen „erdrückt“, „verhungert“ und „Sonstiges“ hinsichtlich signifikanter Unterschiede zwischen den Gruppen verglichen. Die Ursachen „Anomalie“, bei der signifikante Unterschiede zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe auftraten, und „zu klein geboren“ stellen angeborene Verlustursachen dar und wurden daher nicht weiter berücksichtigt.

Die Verluste traten im Durchschnitt am Laktationstag 2,4 in der Versuchsgruppe und an Laktationstag 2,6 in der Kontrollgruppe auf. Dies stimmt mit der Studie von TUCHSCHERER et al. (2000) überein, die beobachteten, dass ein Großteil der Ferkelmortalität in den ersten drei Tagen p.p. auftritt. Auch KILBRIDE et al. (2012) fanden heraus, dass 62 % der Ferkelverluste innerhalb der ersten zwei Tage p.p. auftreten. Die Milchbeifütterung wurde jedoch erst ab dem zweiten Laktationstag und nach Beendigung der für das Ferkel wichtigen Kolostralphase, die bis etwa 12 bis 48 Stunden nach Geburtsbeginn andauert (DEVILLERS et al. 2007), angeboten. Ein möglicher Einfluss der Milchbeifütterung auf einen großen Anteil an den Ferkelverlusten ist demzufolge fraglich.

Die Aufnahme von Milchaustauscher erfolgte ad libitum und zusätzlich zur Sauenmilch ab dem zweiten Laktationstag. Somit greift dieses Ammenmanagement nicht in die Zeit der Kolostrumaufnahme ein. Lediglich die Möglichkeit des zusätzlichen Drenchens mit zwei Hüben Ferkelersatzmilch kann schwachen Ferkeln, die nicht von alleine das Gesäuge aufsuchen, angeboten werden und somit eine schnelle Kolostrumaufnahme ermöglichen. Diese ist wichtig, damit das Neugeborene Energie für seine Thermoregulation erhält (QUESNEL et al. 2012) und auch die Versorgung mit Immunglobulinen sichergestellt ist (SPEER et al. 1959). Die durch das Drenchen erfolgte Energiezufuhr soll eine selbstständige Kolostrumaufnahme der Saugferkel positiv beeinflussen. In der aktuellen Studie war die Mortalität der gedrenchten Ferkel im Gegensatz zu der Mortalitätsrate der nicht gedrenchten Ferkel jedoch signifikant erhöht. Dies ist mit dem Drenchen von grundsätzlich schwächeren und weniger vitalen Ferkeln in Verbindung zu bringen, die auch trotz des Drenchens eine schlechte Ausgangssituation haben. Dafür sprechen auch die Verlustursachen, wobei die Verlustursachen „zu klein geboren“ und „erdrückt“ am häufigsten auftraten.

5.3.4 Säugefrequenz

Während der Laktation nahmen die Ferkel den künstlichen Milchaustauscher zusätzlich zur Sauenmilch ab dem zweiten Laktationstag auf. In dieser Studie wurde keine Videoaufzeichnung und Dokumentation der Säugefrequenz aufgeführt. Beim täglichen Aufenthalt im Abferkelstall wurde jedoch nach eigenen Beobachtungen deutlich, dass die zusätzliche Milchbeifütterung zu keiner veränderten Säugefrequenz der Ferkel an der Sau führte. Dies stellten auch KING et al.

(1998) fest. Die Aufnahme von Ersatzmilch erfolgt dabei, wie auch bei KING et al. (1998) beobachtet wurde, häufig nach dem erfolgreichen Saugakt an der Sau. Eine exakte Videobeobachtung und Analyse des Aufnahmeverhaltens von zusätzlichem Milchaustauscher wäre jedoch auch hier für zukünftige Untersuchungen interessant.

5.3.5 Verbrauch des Milchaustauscher

Im Durchschnitt verbrauchten die Ferkel 8,86 l Milchaustauscher je Versuchsdurchgang, bestehend aus jeweils vier Versuchsbuchten. Das entspricht ungefähr einer Aufnahme von 0,16 l Milchaustauscher je Ferkel und Tag. Es ist dabei zu beachten, dass der Verbrauch durch eine Rückmessung der Restmilch ermittelt wurde. Somit setzt sich der Verbrauch der zusätzlichen Ersatzmilch aus dem tatsächlich vom Ferkel aufgenommenen Milchaustauscher und dem bspw. spielerisch verschwendeten Milchaustauscher zusammen. Die Milchtassen des Supp-Le-Milk®-Systems besitzen zudem keinen Überlaufschutz. Der mittlere Milchverbrauch schwankte signifikant zwischen den einzelnen Versuchsdurchgängen, was ebenfalls in der Studie von AZAIN et al. (1996) beobachtet wurde. Die Ursachen dafür stellen ein grundsätzlich unterschiedlicher Verbrauch von Milch zwischen den einzelnen Würfen und saisonale Einflüsse dar, die bereits bei AZAIN et al. (1996) und MILLER et al. (2012) beschrieben wurden. Zudem können unterschiedliche Milchleistungen der einzelnen Sauen möglich sein, welche wiederum eine unterschiedliche Aufnahme der zusätzlichen Ersatzmilch begünstigen. So beschrieben schon ALLEN und LASLEY (1960), dass die Milchleistung der Sau individuellen Schwankungen unterliegt. Demgemäß haben wiederum u.a. die Parität der Sau (ALLEN und LASLEY 1960), die Säugefrequenz der Ferkel (SPINKA et al. 1997), die Gewichte der einzelnen Ferkel (KING et al. 1997) und die Wurfgröße (AULDIST et al. 1994) Einfluss auf die Milchleistung der Sauen. In der aktuellen Studie nahm zudem, wie auch von KING et al. (1998) beschrieben, die Milchaufnahme der Versuchsferkel im Verlauf der Laktation stetig zu. Dies ist zum einen mit einer im Stall beobachteten Gewöhnung der Ferkel an die Milchtassen in Verbindung zu bringen. Zum anderen ist denkbar, dass die Nachfrage nach Milchaustauscher der Ferkel auf Grund ihres zunehmenden Gewichts während der Laktation anstieg, wie bei KING (2000) in Bezug auf die Sauenmilchaufnahme beschrieben wurde.

Während der Saison „warm“ des Versuchszeitraums wurde ein signifikant höherer Verbrauch an Milchaustauscher im Vergleich zur Saison „kalt“ aufgezeichnet. Dies stimmt mit Beobachtungen von AZAIN et al. (1996) und MILLER et al. (2012) überein. Da die Sauen auf Grund der Wärme eine schlechtere Milchleistung aufweisen (BLACK et al. 1993, MACHARIA 2012), versuchen die Ferkel dieses Defizit über die Milch auszugleichen (AZAIN et al. 1996). Zudem stellt die Aufnahme von Milchaustauscher eine zusätzliche Flüssigkeitszufuhr für die Ferkel dar (AZAIN et al. 1996).

Das Berechnen von Korrelationen war für diesen Versuch auf Grund des Versuchsdesigns hinsichtlich eines Versuchsdurchganges möglich, nicht jedoch für den Milchverbrauch je Ferkel oder je einzelnen Wurf. Für weitergehende Studien wäre die Ermittlung des täglichen

Milchverbrauchs je Wurf zu empfehlen. Dafür sollte ein Milchtank inkl. Leitungssystem je Wurf, und nicht, wie in dieser Studie durchgeführt, je Versuchsdurchgang zur Verfügung stehen.

5.3.6 Verbrauch des Prestarter

Bei Betrachtung der Verbrauchsmenge an Prestarter muss beachtet werden, dass sie sich ebenfalls aus der Menge des tatsächlich aufgenommenen und dem bspw. spielerisch verschwendeten Prestarter zusammensetzt. Da der Prestarter in trockener und pelletierter Form vorlag, war eine Rückwaage je Abferkelbucht gut möglich. Die Ferkel der Versuchsgruppe verbrauchten signifikant mehr Prestarter als die Ferkel der Kontrollgruppe. Dies widerspricht Beobachtungen von BAUMANN (2011), die eine Abnahme des Verbrauches an Prestarter bei mit Milch supplementierten Ferkeln beobachtete. In dieser Studie wurde jedoch eine andere Beifütterungstechnik in Form eines sogenannten Baby-Milk-Mix-Feeder® (Fa. Förster-Technik, Engen, Deutschland) als in der aktuellen Studie genutzt. Weiterhin wurde die Anlage in vier Durchgängen, im Gegensatz zu 15 Durchgängen der aktuellen Studie, getestet. In der aktuellen Studie nahmen die Versuchsgruppen auf Wurfebene signifikant mehr Prestarter auf. Eine hohe Prestarteraufnahme ist als positiv zu bewerten, da sie die Ferkel auf die Phase der Aufzucht nach dem Absetzen vorbereitet (WEBER und STRACK 2011). Es lag zudem, wie auch bei PAJOR et al. (1991) beschrieben, eine Variation der täglich aufgenommenen Prestartermenge zwischen den einzelnen Würfen vor. Zudem nahm die Menge des verzehrten Prestarters im Verlauf der Laktation kontinuierlich zu, wobei die Zunahme besonders in der Woche vor dem Absetzen stark anstieg. Dies beobachteten auch PUPPE und TUCHSCHERER (2000), welche die ansteigende Aufnahme des Prestarter in der Woche vor dem Absetzen (bei 35 Tagen Säugezeit) mit einer sinkenden Säugefrequenz der Ferkel an der Sau und einer notwendigen Kompensation des niedrigeren Milchangebotes durch eine höhere Prestarteraufnahme in Verbindung brachten. Dieser Effekt soll laut PUPPE und TUCHSCHERER (2000) besonders in großen Würfen ausgeprägt sein, da die Sauen große Würfe tendenziell eher absetzen, um den Abbau ihrer Körperreserven zu minimieren. Dies kann ebenfalls eine mögliche Ursache des höheren Prestarterverbrauches der Versuchsgruppe darstellen.

In der aktuellen Studie wird ersichtlich, dass die Aufnahme von Ersatzmilch ebenso kontinuierlich wie auch die Prestarteraufnahme in der Versuchsgruppe während der Säugeperiode zunahm. Eine Analyse der Korrelation zwischen der Aufnahme der Milchbeifütterung und der Prestarteraufnahme der Versuchsgruppe wurde nicht durchgeführt, da der Verbrauch der Milchbeifütterung auf der Ebene des Versuchsdurchganges und der Verbrauch des Prestarter auf der Ebene des Wurfes gemessen wurden. Trotzdem war ein paralleler Anstieg der Aufnahme von Prestarter- und Milchaustauscher festzustellen. Möglicherweise kann die im Verhältnis als gering beschriebene Aufnahme an Prestarter während der Laktation (PLUSKE et al. 1995) eine Ursache sein. Ein potentiell auftretender Milchmangel der Sauen kann durch die im Verhältnis geringe Aufnahme an Prestarter durch die Ferkel (PLUSKE et al. 1995) nicht ausgeglichen werden, wodurch insbesondere der Verbrauch an zusätzlich beigefütterter Ersatzmilch ansteigt.

5.4 Auswirkung der Milchbeifütterung auf die Sauen

5.4.1 Wurfklasse

Im Durchschnitt wurden in der Versuchs- und in der Kontrollgruppe Sauen der Wurfklasse vier genutzt. Eine gleiche Parität der Sauen der Versuchs- und Kontrollgruppe stellt eine vergleichbare Basis für eine Versuchsdurchführung u.a. hinsichtlich der Milchleistung der Sauen dar. So produzieren Sauen der dritten und vierten Parität die größte Milchmenge (ALLEN und LASLEY 1960).

5.4.2 Leistungsparameter

In der Kontrollgruppe wurde aus experimentellen und tierschutzrechtlichen Gründen ein Ferkel weniger belassen als der Sau funktionsfähige Zitzen zur Verfügung standen. In der Versuchsgruppe konnte mit dem zusätzlichen Angebot des Milchaustauschers dieser signifikante Unterschied bis zum Absetzen gehalten werden. So wurden in der Versuchsgruppe im Durchschnitt 13,51 Ferkel und in der Kontrollgruppe 12,36 Ferkel abgesetzt. Eine Bewertung des Unterschiedes der **Anzahl agF** ist auf Grund der unterschiedlichen Versetztechnik nicht möglich. RATLIFF et al. (2005) und WOLTER et al. (2002), die eine gleiche Anzahl an Ferkeln in der Versuchs- und Kontrollgruppe nach dem Versetzen belassen, berichteten, dass tendenziell mehr Ferkel in mit Milch beigefütterten Gruppen abgesetzt wurden. Im aktuellen Versuch war die unterschiedliche Anzahl agF jedoch auch durch einen unterschiedlichen Wurfausgleich möglich. Eine Analyse der mit Milchbeifütterung maximal möglichen aufziehbaren Anzahl von Saugferkeln an der Sau wurde aus tierschutzrechtlichen Gründen nicht durchgeführt. Somit kann keine Empfehlung der maximal an der Sau mit Milchbeifütterung aufziehbaren Ferkel gegeben werden. Es ist jedoch festzuhalten, dass im aktuellen Versuch die Aufzucht von so vielen Ferkeln wie verfügbaren Zitzen mit Milchbeifütterung ohne Weiteres möglich war. Auch auf Grundlage einer anderen Versetztechnik wäre es jedoch ebenfalls nicht möglich gewesen, eine fixe, von der Sau mit Unterstützung der Milchbeifütterung aufziehbare Ferkelanzahl zu nennen. So hängt die maximal von der Sau aufziehbare Anzahl an Saugferkeln mit einer automatischen Beifütterung von Ersatzmilch insbesondere vom jeweiligem Management und den Gegebenheiten im Stall ab und sollte individuell und tierschutzkonform geprüft werden (Ulrich Börries, Halle (Saale), persönliche Mitteilung vom 08.02.2013).

Das **Wurfgesamtgewicht** der Versuchsgruppe war mit 104,90 kg signifikant höher als in der Kontrollgruppe mit 96,72 kg, was den Ergebnissen vorhergehender Studien entspricht (AZAIN et al. 1996, MILLER et al. 2012, WOLTER et al. 2002). Dabei beträgt die Differenz der Wurfgesamtgewichte zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe zum Zeitpunkt des Absetzens 8,18 kg. Dies ist etwas größer als das mittlere Absetzgewicht eines einzelnen Ferkels von 7,83 kg der Versuchsgruppe oder 7,81 kg der Kontrollgruppe. Dieser signifikante Unterschied des gesamten Wurfgewichtes kann durch die Aufzucht eines Ferkels mehr in der Versuchsgruppe bedingt sein. Darüber hinaus wird zudem deutlich, dass die Versuchsgruppe mit der

Milchbeifütterung in der Lage ist, ein signifikant höheres Absetzgewicht ihres Wurfes zu erreichen.

5.4.3 Körperkondition

Der **BCS** der Versuchssauen von 3,89 und der Kontrollsaue von 3,84 beim Einstallen unterschied sich nicht signifikant voneinander. Er liegt dabei im von JACKSON und COCKCROFT (2007) beschriebenen Optimum zwischen 3,5 und 4,0. Beim Ausstallen wiesen die Sauen beider Gruppen einen BCS von circa 2,9 auf. Trotz der unterschiedlichen Absetzgewichte des Wurfes scheint ein Ferkel mehr in der mit Milch beigefütterten Gruppe zu keiner Veränderung der BCS-Abnahme zu führen. Der Autorin sind derzeit keine anderen Studien bekannt, in denen der BCS milchbeigefütterter Gruppen bewertet wurde. Es ist jedoch zu betonen, dass die Bewertung des BCS einer subjektiv visuellen Einschätzung unterliegt (WHITEMORE und SCHOFIELD 2000). Aus diesem Grund wurde die Einschätzung in der aktuellen Studie ausschließlich von einer Person in 0,25-er Schritten beim Ein- und Ausstallen vorgenommen. Zudem wurde die Kondition der Sau zusätzlich zur BCS-Messung objektiv mittels Wiegung und Messung der Rückenspeckdicke evaluiert. Grund dafür war, dass die Bestimmung der Körperfettabnahme der Sauen mittels einer Bewertung des BCS nicht ausreichend ist, da der BCS nicht allein vom Fett- sondern auch vom Proteinbestandteil des Sauenkörpers bestimmt wird (MAES et al. 2004).

Die **Rückenspeckdicke** wurde nach der Drei-Punkte-Messmethode wöchentlich zwischen dem Ein- und Ausstallen erfasst (ZDS 2005). Dabei fiel auf, dass die Sauen der Versuchsgruppe eine signifikant höhere Rückenspeckdicke beim Einstallen als die Kontrollsaue aufwiesen. Eine Ursache hierfür ist nicht bekannt, da die Sauen randomisiert der Versuchs- oder der Kontrollgruppe zugeteilt wurden. Zudem wurden zum ersten Messzeitpunkt die drei verwendeten Messpunkte für die folgenden fünf Messungen mit einem Viehstift auf der Sau markiert, um den Fehlereinfluss eines möglicherweise abweichenden Messpunktes zu minimieren. Dennoch kann auch eine kleine Abweichung des Messpunktes zu einem veränderten Ergebnis der Messung der Rückenspeckdicke führen.

Das höhere Rückenspeckdickenniveau der Versuchssauen im Vergleich zu den Kontrollsaue blieb während der Laktation erhalten. Dies stimmt mit den Beobachtungen von SKORJANC et al. (2008) überein, die beobachteten, dass Sauen mit einer größeren Rückenspeckdicke zum Zeitpunkt der Geburt auch eine größere Rückenspeckdicke zum Zeitpunkt des Absetzens aufwiesen. Aufgrund dieser Tatsache wurde die Differenz der wöchentlichen Rückenspeckdickenmessung als abhängige Variable gewählt, um Unterschiede zwischen den Gruppen zu detektieren. Dabei wurde keine signifikant unterschiedliche Abnahme der Rückenspeckdicke zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe, trotz einer unterschiedlichen Anzahl agF, festgestellt. Dies stimmt mit der Studie von KING et al. (1998) überein, bei der ebenfalls kein Unterschied in der Rückenspeckdicke zwischen den Sauen einer mit Milch supplementierten Gruppe und einer Kontrollgruppe nachgewiesen wurde. Bei dieser Untersuchung verblieben jedoch, im Gegensatz zur aktuellen Studie, gleichviele Ferkel in den Gruppen. Das Ergebnis der aktuellen Studie, in welcher trotz der

Aufzucht eines Ferkels mehr keine Unterschiede in der Rückenspeckdicke festgestellt wurden, widerspricht den Ergebnissen von EISSEN et al. (2003) und AULDIST et al. (1994). Sie beschrieben eine Abnahme der Rückenspeckdicken der Sauen mit ansteigender Wurfgröße. Dabei wurde zudem bei EISSEN et al. (2003) aufgezeigt, dass die Sauen verschiedener Genetiken auf unterschiedliche Wurfgrößen mit einer variablen Abnahme der Rückenspeckdicke reagieren. Ein Einfluss der Genetik auf die individuellen Abnahmen der Rückenspeckdicke kann in der aktuellen Studie nicht ausgeschlossen werden. In der bereits aufgeführten Studie von AULDIST et al. (1994) wurde zudem die Abnahme der Rückenspeckdicke zwischen den Würfen verglichen. Die Wurfgrößen der Studie von AULDIST et al. (1994) unterschieden sich jedoch jeweils um zwei Ferkel im Gegensatz zur aktuellen Studie, bei der sich die Wurfgrößen der Gruppen um ein Ferkel unterschieden.

Im Bezug auf das **Körpergewicht** war eine etwas höhere Abnahme (2,7 kg) bei den Sauen der Versuchsgruppe im Vergleich zu den Kontrollsauen zu sehen, die jedoch nicht signifikant war. Dies stimmt mit Untersuchungen von DUNSHEA et al. (1999) überein, die aus zwölf Ferkeln bestehenden Würfen vom 10. bis 20. Laktationstag zusätzlich eine Milchbeifütterung anboten. Dabei wurde, ähnlich wie in dieser Studie, eine etwas erhöhte (1,6 kg), aber nicht signifikant höhere Abnahme der Körpergewichte der Versuchsgruppe festgestellt. In der Studie von AZAIN et al. (1996) wurde ebenfalls kein signifikanter Effekt der Milchbeifütterung auf die Körpergewichtsabnahme der Sauen bestimmt. Doch verblieben in dieser Studie im Gegensatz zur aktuellen Studie weniger, nämlich zehn Ferkel in beiden Gruppen. KING et al. (1998) stellten hingegen dar, dass die Abnahme des Körpergewichtes von Sauen mit zwölf Ferkel umfassenden Würfen in der nicht beigefütterten Gruppe am höchsten war, gefolgt von der mit synthetischer Milch supplementierten Gruppe. Die Sauen der mit Kuhmilch beigefütterten Gruppe verloren am geringsten Körpergewicht während der Laktation. Dies hing laut KING et al. (1998) mit der höheren Aufnahme der Kuhmilch im Vergleich zum künstlichen Milchaustauscher zusammen. Im Gegensatz zu der Studie von KING et al. (1998) war in der aktuellen Studie jedoch ein Ferkel mehr von den Versuchssauen aufzuziehen. Dies könnte auch die Ursache für eine im Durchschnitt 2,7 kg höhere Gewichtsabnahme der Versuchssauen sein. Dies stimmt mit Beobachtungen von AULDIST et al. (1994), EISSEN et al. (2003) und KIM und EASTER (2001) überein, die eine Abnahme des Körpergewichtes der Sauen linear zur ansteigenden Wurfgröße beschrieben. Dabei berichteten KIM und EASTER (2001) von einer zusätzlichen Abnahme von 1,92 kg Körpergewicht je zusätzlichem Ferkel je Wurf. Dies ist vergleichbar mit den Ergebnissen der aktuellen Studie, in welcher die Versuchssauen 2,7 kg mehr Körpergewicht, jedoch ohne auftretenden Signifikanzen, bei der Aufzucht von einem Ferkel mehr verloren.

Es ist zu mutmaßen, dass die Sauen der supplementierten Gruppe vermehrt Körperreserven benötigten, um eine entsprechende Sauenmilchproduktion für einen größeren und durch die beigefütterte Milch zusätzlich gestärkten Wurf sicherzustellen. Dieser Effekt wurde durch eine gleiche Futteraufnahme, und somit auch durch eine gleiche Energieaufnahme der Kontroll- und Versuchssauen bestärkt.

5.4.4 Futteraufnahme

Die Sauen der Versuchs- und Kontrollgruppen nahmen im Durchschnitt 5,3 kg Futter je Sau und Tag auf. Diese Mengenangabe ist in etwa übereinstimmend mit Messungen von KOKETSU et al. (1996) und WÄHNER et al. (2001), die eine mittlere Futteraufnahme von 5,2 kg und 5,6 kg Futter je Sau und Tag aufzeichneten. Trotz der signifikant unterschiedlichen Anzahl agF und der signifikant höheren Absetzgewichte wurde nicht mehr Futter durch die Versuchssauen aufgenommen. Es ist zu schlussfolgern, dass die Milchbeifütterung der Ferkel keinen Effekt auf die Futteraufnahme der Sau hatte. Es muss jedoch betont werden, dass die Sauen auf der Grundlage einer Futterkurve gefüttert wurden und nicht ad libitum. Dennoch stimmt dies mit Beobachtungen von AZAIN et al. (1996) überein, welche die Sauen der mit Milch beigefütterten und nicht beigefütterten Gruppen ad libitum fütterten. Die Tatsache, dass trotz des Anstieges der Anzahl agF und des größeren Wurfabsetzgewichtes die Sauen der Versuchsgruppe nicht vermehrt Futter aufnahmen, widerspricht OGRADY et al. (1985), die einen signifikanten Anstieg der Futteraufnahme bei einer Wurfgröße von bis zu 14 Ferkeln verzeichneten. KOKETSU et al. (1996) hingegen stellten fest, dass die Futteraufnahme der Sauen bis zu einer Wurfgröße von elf Ferkeln ansteigt, darüber hinaus jedoch sistiert, was auch auf das Ergebnis dieser Studie übertragen werden könnte. Ein direkter Vergleich mit diesen Studien ist jedoch nicht möglich, da die Sauen in diesen Studien im Gegensatz zur aktuellen Studie Futter ad libitum vorgelegt bekamen. Zudem erhielten die Ferkel in diesen Studien keine Milchbeifütterung.

5.4.5 Bonitur des Gesäuges

Zum Zeitpunkt des Ausstallens wiesen die Versuchssauen signifikant mehr funktionsfähige Gesäugekomplexe auf. Weiterhin war auch das Gesäuge zum Zeitpunkt des Ausstallens besser in der Versuchsgruppe ausgeprägt. So war die Summe der „mäßig“ bis „sehr gut“ ausgeprägten Gesäugekomplexe höher in der Versuchsgruppe, während die Summe der „nicht“ bis „gering ausgeprägten“ Gesäugekomplexe höher in der Kontrollgruppe war. Auf der einen Seite kann dies durch die Aufzucht eines Ferkels mehr in der Versuchsgruppe bedingt sein. So führen anwachsende Wurfgrößen zu einem vermehrten Wachstum der Milchdrüse (HURLEY 2001) sowie zu einem Anstieg der Milchproduktion (AULDIST et al. 2000, KING 2000, KING et al. 1997). Auf der anderen Seite ist es möglich, dass die Gesäuge der Versuchssauen durch die zusätzlich mit Milchaustauscher gestärkten Ferkel vermehrt stimuliert wurden. Infolgedessen ist denkbar, dass sich die Milchproduktion der Nachfrage ihrer Ferkel anpasste (ALGERS und JENSEN 1985) und somit zu einem vermehrten Wachstum der Milchdrüse führte (HURLEY 2001).

Die Verletzung der Zitzen und der äußeren Haut der Gesäugekomplexe unterschied sich nicht voneinander. Es wäre eine durch die Milchbeifütterung hervorgerufene Sättigung der Ferkel denkbar gewesen. Diese hätte zu einem geringeren Kampf der mit Ersatzmilch gesättigten Ferkel um das Gesäuge und einem geringerem Beißen der Ferkel am Gesäuge führen können, da eine potentiell geringere Milchabgabe durch die Zitzen durch das Angebot der Ersatzmilch ausgeglichen wird (CHRISTENSEN et al. 2007). Da jedoch in beiden Gruppen eine Vielzahl von Ferkeln

vorhanden war, kamen in beiden Gruppen Kämpfe um die Zitzen vor. Jedoch wurde von MILLIGAN et al. (2001) eine Zunahme des Kampfes um die Zitzen mit ansteigenden Wurfgrößen beschrieben. Dies wiederum traf in der aktuellen Studie nicht zu, obwohl die Versuchsgruppe ein Ferkel mehr aufzog. Hier sei auch nochmals auf die signifikant seltenere medikamentöse Behandlung von Gesichtsverletzungen der Versuchsferkel hingewiesen. Dies kann wiederum ein Hinweis auf ein erniedrigtes Konfliktpotential der Ferkel untereinander bei Milchbeifütterung sein. Auch in diesem Zusammenhang ist eine Verhaltensbeobachtung in weitergehenden Studien empfehlenswert.

Das Auftreten von Gesäugeverletzungen wird zudem von der Ausstattung der Abferkelbucht beeinflusst (EDWARDS et al. 1985). Da die Sauen während des Versuches in identisch aufgebauten Abferkelbuchten eingestallt wurden, stellt die Umgebung eine homologe Grundlage für eventuelle Gesäugeverletzungen dar. Dies kann ebenso eine Ursache für fehlende Unterschiede zwischen den Gruppen darstellen.

5.4.6 Gesundheitsparameter

Die Häufigkeit der gesamten **Medikation** der Sauen, unterscheidet sich nicht signifikant hinsichtlich der Therapie von Lahmheit, Metritis, Mastitis, Appetitlosigkeit und der Verzögerung des Nachgeburtsabganges zwischen der mit Milch und der nicht supplementierten Gruppe. Allerdings wurde in der Versuchsgruppe achtmal häufiger eine Geburtseinleitung mit Cloprostenol im Vergleich zur Kontrollgruppe vorgenommen. Da die Milchbeifütterung hierauf noch keinen Einfluss haben kann, fand keine Signifikanzanalyse statt. Hinsichtlich der Häufigkeit medikamentöser Behandlung in mit Milch supplementierten Gruppen ist dem Autor keine vergleichende Aussage anderer Studien bekannt. Die Betrachtung des Auftretens von MMA und Mastitis wurde gesondert vorgenommen.

Schulterläsionen traten etwa zu gleichen Anteilen, nämlich zu 15,0 % in der Versuchsgruppe und zu 16,7 % in der Kontrollgruppe, auf. Dies stimmt in etwa mit einer von BONDE (2009) beobachteten Prävalenz von 17,2 % überein. Dabei stehen der BCS der Sauen, das Körpergewicht, die Sauenrasse, die Parität und das Handlungsmanagement mit dem Auftreten der Schulterläsionen in Zusammenhang (ZURBRIGG 2006). Diese genannten Faktoren unterscheiden sich jedoch nicht in der aktuellen Studie zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe. Jedoch hätten die unterschiedlichen Wurfabsetzgewichte der Ferkel einen signifikanten Effekt auf das Vorkommen von Schulterläsionen aufweisen können, welche auch positiv mit Schulterläsionen korrelieren (ZURBRIGG 2006). Es ist zu beachten, dass die Gefahr der Wiederkehr von Schulterläsionen bei der nächsten Laktation und Einstellung in das gleiche Haltungssystem besteht (HERSKIN et al. 2011). Somit kann sich eine Läsion auch unabhängig von der zusätzlichen Milchbeifütterung in einer vorhergehenden Laktation entwickelt haben und bei den Versuchs- als auch bei den Kontrollsauen wiederholt aufgetreten sein.

Bei den Sauen der Versuchs- und der Kontrollgruppe wurde kein Unterschied hinsichtlich der **Abgangsrate** festgestellt. Zu betonen ist allerdings, dass drei Sauen der Kontrollgruppe, die 10, 13

bzw. 14 Ferkel aufzogen, auf Grund eines schlechten Allgemeinbefindens und Absäugens der Sauen zwei Tage oder eine Woche eher abgesetzt wurden. Die übrigen Sauen der Kontroll- und der Versuchsgruppe wurden mit 27 Tagen ausgestallt. Das notwendige zeitigere Absetzen der drei Kontrollsauen kann mit einem exzessiven Katabolismus der Körperreserven in Verbindung gebracht werden, der laut KIM und EASTER (2001) mit einer steigenden Wurfgröße zunimmt. Dies kann wiederum mit einer zunehmenden Milchproduktion der Sau bei einem großen Wurf zusammenhängen (TONER et al. 1996).

Die Messung der **Körpertemperatur** wird als Hilfsmittel zur besseren Feststellung von Infektionskrankheiten bei Schweinen genutzt (PLONAIT 2004). So wird nach FURNISS (1987) eine rektale Temperatur ab 39,0 °C als Signal für Fieber angesehen, woraufhin die Sauen auf Krankheiten, wie MMA, untersucht werden sollten. Deshalb wurde die Temperatur neben der routinemäßigen Messung innerhalb der ersten drei Tage p.p. zur besseren Diagnose von MMA auch bei Auffälligkeiten der Sauen oder Ferkel in der fortschreitenden Laktation erhoben. Dabei unterschied sich die rektale Körpertemperatur der Sauen weder innerhalb der ersten drei Tage p.p. noch während der fortschreitenden Laktation zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe signifikant voneinander. In der Kontrollgruppe wurde dennoch häufiger als in der Versuchsgruppe Körpertemperaturen der Sauen über 39,0 °C gemessen. Dies kann neben möglichen Infektionen auch auf eine erhöhte Stoffwechselrate der Kontrollsauen hinweisen (PLONAIT 2004).

Das **Auftreten von Mastitis** innerhalb der ersten drei Tage p.p. unterschied sich in den Gruppen nicht signifikant voneinander. Dies ist damit zu begründen, dass die Ferkel erst ab dem zweiten Laktationstag eine Milchbeifütterung erhielten und der Einfluss der Milchbeifütterung in den ersten drei Tagen p.p. vernachlässigbar ist. In der fortschreitenden Laktation trat eine Mastitis 10-mal in der Versuchsgruppe und 14-mal in der Kontrollgruppe auf. Bei einem Auftreten gleicher Inzidenzen wie in dieser Studie wären bei einer größeren Stichprobenmenge signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen aufgetreten. Aus diesem Grund ist zur weitergehenden praktischen Überprüfung eines positiven Einflusses der Milchbeifütterung auf die Gesäugegesundheit eine Studie mit einer größeren Stichprobenmenge anzuraten.

Da die Mastitis mit einer Dysgalaktie verbunden ist (MARTINEAU et al. 2012), führt sie zu niedrigeren Tageszunahmen der Ferkel (BERTSCHINGER et al. 1990) oder sogar zu einer erhöhten Ferkelsterblichkeit (BILKEI 1990). In diesem Fall kann das Angebot einer Ersatzmilch die Ferkel unterstützen und eine Schwächung der Tiere verhindern (MARTINEAU et al. 2012). Da die Ferkel durch die Beifütterung zusätzlich gestärkt wurden, ist anzunehmen, dass das Gesäuge auch bei einer Erkrankung weiterhin entsprechend stimuliert und die Milchproduktion infolgedessen aufrechterhalten wurde (KING 2000).

5.4.7 Fruchtbarkeitsparameter

Das Absetz-Duldungs-Intervall und die Absetz-Beleg-Tage unterschieden sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe. Somit wurde die Hypothese, dass eine Milchbeifütterung von Ferkeln zu einer verbesserten Fruchtbarkeit führt, nicht bestätigt. Es wird

bereits in verschiedenen Studien beschrieben, dass die Zeitdauer bis zum auftretenden Östrus sowie eine erfolgreiche Besamung maßgeblich durch die Körperkondition und in diesem Zusammenhang auch durch die Futteraufnahme der laktierenden Sauen beeinflusst wird (EISSEN et al. 2003, THAKER und BILKEI 2005, ZAK et al. 1997). So berichteten THAKER und BILKEI (2005), dass sich ein Verlust der Körpermasse über 5,0 % bei Jungsaugen und über 10,0 % bei Altsauen während der Laktation negativ auf die Fruchtbarkeit der Sauen auswirkte. Weiterhin wiesen SKORJANC et al. (2008) nach, dass eine ansteigende Abnahme der Rückenspeckdicke während der Laktation signifikant verbunden ist mit einem verlängerten Absetz-Duldungs-Intervall. ZAK et al. (1997) beobachteten zudem, dass Sauen mit einer geringeren Futteraufnahme während der Laktation ein verlängertes Absetz-Duldungs-Intervall aufwiesen. KAUFFOLD et al. (2008) stellten in diesem Zusammenhang fest, dass sich eine restriktive Fütterung von Jungsaugen nicht nur negativ auf das Luteinisierende Hormon, sondern auch auf das Follikelstimulierende Hormon auswirkte.

Diese die Fruchtbarkeit beeinflussenden Parameter, wie die Futteraufnahme, die Abnahme der Rückenspeckdicke und des Körpergewichtes, unterschieden sich nicht signifikant zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe. Es ist anzunehmen, dass infolgedessen kein Unterschied bei den Fruchtbarkeitsparametern der Sauen auftrat.

5.4.8 Bakteriologische Analyse der Sauenmilch

Die mikrobiologische Analyse von Sauenmilch ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen der Versuchs- und der Kontrollgruppe. Auch der Vergleich der Sauenmilchproben der unterschiedlichen Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten der Probenentnahme ergab keine signifikanten Unterschiede. Somit wird die Hypothese, dass die durch die Ersatzmilch zusätzlich gestärkten Ferkel das Gesäuge besser leer saugen und infolgedessen ein geringeres Bakterienspektrum im Gesäuge der Versuchssauen vorhanden ist, nicht bestätigt. Neben der Bestimmung des Bakterienspektrums hätte auch eine quantitative Bestimmung der Gesamtkeimzahl vorgenommen werden können. Dies wurde auf Grund der Schwierigkeit der sauberen Entnahme von dafür notwendigen mehreren Milliliter umfassenden Milchproben bei Sauen nicht durchgeführt. Bei der Milchprobenentnahme steigt beispielsweise die Gefahr der Kontamination der Milchproben durch die Abwehrbewegungen der Sau, durch in verschiedene Richtungen verlaufende Milchstrahlen je Zitze sowie durch kurze und schwer fassbare Zitzen. Dies erforderte eine zügige und saubere Entnahme der Milchprobe, weshalb die Sauenmilch direkt auf einen sterilen Tupfer gemolken wurde. Die Milchprobenentnahme im Stall fand bei der stehenden Sau statt. Es wurde nach der Waschung und Desinfektion des jeweiligen Gesäugekomplexes, sowie nach dem Verwerfen der ersten Milchstrahlen, die Milch zügig auf einen sterilen Tupfer gemolken, der im direkten Anschluss in ein Amies Medium gesteckt und gekühlt wurde. Dies entspricht den von KEMPER und GERJETS (2009) und KEMPER et al. (2013) beschriebenen Entnahmemethoden. Bei angenommener Verunreinigung der Milchprobe, wurde diese verworfen und eine neue Milchprobe entnommen. Dennoch ist eine Kontamination einzelner Milchproben, wie bspw. durch Staubpartikel, die sich auf dem Tupfer absetzen, nicht vollkommen

auszuschließen. Es wurden in 99,9 % der Sauenmilchproben Bakterien isoliert, was den Ergebnissen von KEMPER et al. (2013) ähnelt. Zudem ist darauf hinzuweisen, dass in vorhergehenden Studien auch bei der mikrobiologischen Analyse von perkutan entnommenen Sauenmilchproben Bakterien isoliert wurden (MORKOC et al. 1983). Da in vorherigen Studien (KEMPER et al. 2013, KEMPER und GERJETS 2009) mit hoher Prävalenz *Enterobacteriaceae* isoliert wurden, wurde auch in dieser Studie eine Differenzierung dieser Bakterienfamilie vorgenommen. Dennoch wurden in dieser Studie eine höhere Prävalenz an *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* als an *Enterobacteriaceae* gefunden. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen KEMPER und PREISLER (2011), die Kolostralmilch mikrobiologisch analysierten, bevor ein Ferkel das erste Mal säugte. PERSSON (1997), der Sauenmilch am Tag des Absetzens entnahm, wies im Gegensatz zur aktuellen Studie sogar überhaupt keine *Enterobacteriaceae* nach. Wie in der aktuellen Studie wurden jedoch in dieser Studie sowohl in gesunden als auch in der Sauenmilch erkrankter Gesäuge *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* isoliert (PERSSON 1997). Dabei traten im Gegensatz zur aktuellen Studie häufiger *Streptococcaceae* auf (PERSSON 1997).

Das Bakterienspektrum der Sauenmilch hängt von der Umgebung der Sauen ab, die durch Kontamination von Kot und Urin beeinflusst wird (KEMPER et al. 2013). Im aktuellen Versuch war die Umgebung der Sauen zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe gleich. Es ist zu vermuten, dass die gleiche Umwelt einen größeren Einfluss auf das Bakterienspektrum aufweist als die Milchbeifütterung der Ferkel. Die Möglichkeit durch ein besseres Leersaugen ein reduziertes Bakterienspektrum in der Sauenmilch der Versuchssauen zu erhalten, kann auch auf Grund des Fehlens eines *Musculus sphincter papillaris* bei der Sau (MARTINEAU et al. 2012) im Gegensatz zum Rind (RAINARD und RIOLLET 2006) angezweifelt werden. Es scheint, dass Bakterien durch das Fehlen dieses Muskels leichter in das Gesäuge der Sauen eindringen können. Dieser Schließmuskel muss beim Rind im Gegensatz zum Schwein zuerst von den Bakterien überwunden werden (DINSE 2010). So wird beschrieben, dass beim Rind besonders die Phase des Melkens eine erhöhte Gefahr des Eindringens von Bakterien darstellt, da u.a. dieser Muskel geöffnet ist (RAINARD und RIOLLET 2006).

Es ist zudem zu vermuten, dass die von KEMPER et al. (2013) beschriebene individuelle Prädisposition der Sau für eine Infektion mit ubiquitär vorhandenen Bakterien eine Rolle spielt, unabhängig ob die Sauen der Versuchs- oder der Kontrollgruppe angehören. Die geschätzten Heritabilitäten für MMA liegen mit 0,01 bis 0,2 (LINGAAS und RONNINGEN 1991), 0,13 (KRIETER und PRESUHN 2009) oder 0,09 (PREISLER et al. 2012) zwar im niedrigen Bereich, erklären aber tierindividuelle Unterschiede, die zum Ausbruch der multifaktoriell bedingten Erkrankung führen können.

Die Analyse von Sauenmilchproben vor und bei einer aufgetretenen Mastitis wurde ab Durchgang elf durchgeführt, weshalb insgesamt 13 Milchproben an Mastitis erkrankter Sauen zur Verfügung standen (Kapitel 4.2.9). Dabei wurden sowohl bei den noch gesunden als auch bei den später an Mastitis erkrankten Tieren hauptsächlich *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* isoliert. Dies widerspricht zum Teil vorhergehenden Studien, bei denen aus Sauenmilch MMA-erkrankter Sauen

vorrangig *Enterobacteriaceae* isoliert wurden (AWAD MASALMEH et al. 1990, GERJETS und KEMPER 2009, KEMPER et al. 2013, MORKOC et al. 1983). Dennoch wurden in diesen Studien, wenn auch mit geringerer Prävalenz als *Enterobacteriaceae*, ebenfalls *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* in der Sauenmilch erkrankter und gesunder Tiere isoliert (AWAD MASALMEH et al. 1990, GERJETS und KEMPER 2009, KEMPER et al. 2013). So stellte bereits AWAD MASALMEH et al. (1990) fest, dass zwar *Escherichia coli* bei MMA positiven Sauen vorkam, das Vorkommen von *Staphylococcaceae* und *Streptococcaceae* jedoch ebenfalls erhöht war.

In der aktuellen Studie wurden sowohl aus den Proben vor dem Auftreten als auch bei vorliegender Mastitis hauptsächlich *Staphylococcus aureus* und *Staphylococcus hyicus*, aber auch *Staphylococcus haemolyticus* und *Staphylococcus simulans* isoliert, was in etwa dem von KEMPER et al. (2013) beschriebenen Spektrum der *Staphylococcaceae* der Sauenmilch entspricht. Insgesamt wurden keine signifikanten Unterschiede im Bakterienspektrum der Sauenmilch der Kontroll- und Versuchsgruppe vor und während der Mastitis gefunden. Beim Vergleich des Bakterienspektrums aller Sauenmilchproben vor und bei der Mastitis wurden ebenfalls keine Unterschiede festgestellt.

5.5 Bakteriologische Untersuchung der Tankmilch

Die mikrobiologische Analyse des Milchaustauschers zeigte keine Zunahme oder Veränderung des Bakterienspektrums im Verlauf des Milchaustauscherangebotes. Dies hebt die Effektivität der täglichen Desinfektion mit Peressigsäure und der monatlichen Desinfektion mit einer alkalischen Lösung hervor. Dennoch konnten *Enterobacteriaceae*, wie *E. coli*, *Enterobacter* spp., *Klebsiella* spp., *Citrobacter* spp. und *Raoultella* spp. im Milchaustauscher isoliert werden. Dabei wurde Milchaustauscher beprobt, der sowohl 24 Stunden durch den Tank und die Leitungen zirkulierte als auch frisch, aber unter Stallbedingungen, angemischt wurde. Die Isolierung von *Enterobacteriaceae* kann auf eine Umweltkontamination mit hauptsächlich gram-negativen Bakterien hindeuten, wie sie bereits von HADINA et al. (2009) beschrieben wurde. Eine konsequente tägliche Hygiene des Milchsystems und ein korrektes Anmischen des Milchaustauschers ist somit unabdingbar, um die Kontamination und ein explosives Wachstum der Keime gering zu halten. Da keine Differenzierung der einzelnen Spezies durchgeführt wurde, ist eine Bewertung hinsichtlich des Tiergesundheitsrisiko nicht möglich.

5.6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Insgesamt liegen die Leistungen der Sauen auf dem Lehr- und Versuchszentrum auf einem hohem Niveau. Mit dem Einsatz des Milchbeifütterungssystems wurde gezeigt, dass gleiche Absetzgewichte in beiden Gruppen erreicht wurden, obwohl die Sauen der supplementierten Gruppe ein Ferkel mehr aufzogen. Zudem trat trotz des höheren Absetzgewichtes des Wurfes kein signifikanter Einfluss auf den Verlust der Körperkondition der Versuchssauen auf. Hinsichtlich der aufgenommenen Gesundheitsparameter fand ausschließlich eine geringere Behandlung von Gesichtsläsionen statt. Weiterhin war das Gesäuge der supplementierten Sauen besser ausgeprägt.

Das Bakterienspektrum der Sauenmilch unterschied sich jedoch nicht zwischen der supplementierten und der Kontrollgruppe. Es wurde kein signifikanter Einfluss der Milchbeifütterung auf die Mortalität und die erfasste Häufigkeit des Auftretens von Durchfall beobachtet.

Die im Rahmen dieser Studie ermittelten Ergebnisse zeigen, dass die Nutzung einer Milchbeifütterung die Aufzucht von großen Würfen unterstützt. Trotz des hohen Leistungsniveaus der Sauen im Versuchsstall konnten die Leistungen aufrecht gehalten bzw. verbessert werden. Es ist zu betonen, dass das zusätzliche Angebot von Ersatzmilch die Ferkel und Sauen vorrangig unterstützt und ein Absinken der Leistung und Gesundheit der Tiere bei der Aufzucht großer Würfe reduziert. Die Übertragbarkeit der in dieser Studie gewonnen Ergebnisse auf die Praxis scheint möglich, da die Studie praxisnah durchgeführt wurde. Dennoch unterliegt die Nutzung des Milchbeifütterungssystems dem jeweiligen individuellen Stallmanagement. Hervorzuheben ist, dass die Nutzung der Milchbeifütterung in der Abferkelbucht zusätzlich zur Sauenmilch gesetzeskonform ist. Im Gegensatz zu anderen künstlichen Ammensystemen kann hierbei die Nutzung einer mutterlosen Aufzucht je nach Stallmanagement reduziert oder auf sie verzichtet werden. Somit gewinnen die in der aktuellen Studie gewonnenen Ergebnisse besonders an Bedeutung, da bei steigenden Wurfgrößen eine mutterlose Aufzucht von Ferkeln dieser großer Würfe vor dem Hintergrund der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung strittig ist (KNOOP 2009) und das System der Milchbeifütterung unmittelbar in der Abferkelbucht mit direktem Kontakt zur Sau eine optimale Alternativ darstellt.

6 Zusammenfassung

Anna Josefine Pustal

Beifütterung von Ferkelmilch in der Abferkelbucht: Einflüsse auf die Leistung und Gesundheit von Sauen und ihren Ferkeln

Ambulatorische und Geburtshilfliche Tierklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät, Universität Leipzig

Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover
Eingereicht im Februar 2014

96 Seiten, 25 Tabellen, 26 Abbildungen, 198 Literaturangaben, 7 Seiten Anhang

Schlüsselwörter: Wurfgröße, Ferkelaufzucht, Ammen, Milchaustauscher, Saugferkel

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung der Effekte einer automatischen ad libitum Beifütterung von Milchaustauscher zusätzlich zur Sauenmilch in der Abferkelbucht auf den Gewichtszuwachs, die Verlustrate und die Notwendigkeit medikamentöser Behandlungen der Saugferkel. Zudem wurde der Einfluss der Ersatzmilch auf die Körperkondition der Sauen analysiert. Desweiteren wurde untersucht, ob ein Einfluss auf medikamentöse Behandlungen der Sauen, die Gesäugegesundheit und das Bakterienspektrum der Sauenmilch gegeben ist. Außerdem sollten Aussagen zum hygienischen Status des Milchtassensystems und der angeschlossenen Rohrleitungen und Behälter getroffen werden.

Die Untersuchungen fanden in 15 Versuchsdurchgängen von Juli 2011 bis April 2012 im Sauenstall des Lehr- und Versuchszentrums Futterkamp statt, wo das Supp-Le-Milk[®] System (Fa. Boerries, Lindern, Deutschland) in identisch aufgebauten Abferkelbuchten installiert wurde. Für die Untersuchung standen in der Versuchsgruppe (VG) 60 Versuchssauen und ihre Nachzucht (1.007 Ferkel) und in der Kontrollgruppe (KG) 60 Versuchssauen und ihre Nachzucht (963 Ferkel) zur Verfügung. Der Milchaustauscher wurde den Ferkeln der VG ab dem zweiten Lebenstag bis zum Absetzen zusätzlich zur Sauenmilch ad libitum in speziellen Milchtassen angeboten. Um die Auswirkung einer Milchbeifütterung auf die Sauen und ihrer Ferkel bei der Aufzucht einer großen Anzahl von Ferkeln zu analysieren, wurden in der VG so viele Ferkel an der Sau belassen, wie sie funktionsfähige Zitzen aufwiesen. In der KG verblieben aus tierschutzrechtlichen und stallbedingten Gründen ein Ferkel weniger an der Sau als funktionsfähige Zitzen zur Verfügung standen.

Auswirkung der Milchbeifütterung auf Leistung und Gesundheit der Saugferkel

Die Ferkel der VG erreichten, trotz der Aufzucht eines Ferkels mehr, gleiche Absetzgewichte (VG: 7,8 kg; KG: 7,8 kg; $p>0,05$) und Tageszunahmen (VG: 0,25 kg; KG: 0,25 kg; $p>0,05$) wie in der KG. Die Varianz der Absetzgewichte ähnelte sich zwischen den Gruppen.

Es traten keine signifikanten Unterschiede der beobachteten Häufigkeit von Durchfall und der Ferkelmortalität zwischen der VG und KG auf. In Bezug auf die Anzahl medikamentöser Behandlungen wurden Verletzungen des Gesichtes signifikant seltener in der VG behandelt.

Je Versuchsdurchgang wurde im Durchschnitt 8,9 ($\pm 10,0$) Liter Ersatzmilch von durchschnittlich 53,7 Versuchsferkeln je Durchgang verbraucht. Dabei schwankte der Verbrauch zwischen den einzelnen Versuchsdurchgängen und es wurde signifikant mehr Milchaustauscher im Zeitraum „warm“ (Juli bis Oktober 2011) im Vergleich zur Saison „kalt“ (Oktober 2011 bis April 2012) aufgenommen. Mit der Beifütterung von Ersatzmilch zusätzlich zur Sauenmilch stieg die Prestarteraufnahme je Wurf in der VG signifikant an.

Auswirkung der Milchbeifütterung auf Leistung und Gesundheit der Sauen

Die Sauen der VG setzten, beeinflusst durch den Wurfausgleich, 13,5 Ferkel im Vergleich zur KG mit 12,4 Ferkeln ab. Das Absetzgewicht des gesamten Wurfes unterschied sich mit 104,9 kg der VG im Gegensatz zu 96,7 kg der KG signifikant.

Es wurde kein signifikanter Effekt der Milchbeifütterung auf den Body-Condition-Score, die Rückenspeckdicke und das Körpergewicht der Sauen festgestellt. Weiterhin unterschieden sich die Sauen der VG und KG nicht bezüglich ihrer Umrauschquoten und den Beginn ihrer Rausche. Hinsichtlich der Häufigkeit auftretender Schulterläsionen und medikamentöser Behandlungen traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen auf. Der Mastitis-Metritis-Agalaktie Komplex (MMA) trat bei drei Sauen der KG und bei fünf Sauen der VG bis drei Tage nach der Geburt auf. Im weiteren Verlauf der Laktation wurde 10-mal in der Versuchs- und 14-mal in der Kontrollgruppe eine Mastitis diagnostiziert.

Zum Zeitpunkt des Ausstallens wiesen die Versuchssauen mit 13,5 Zitzen signifikant mehr funktionsfähige Gesäugekomplexe auf als die Kontrollsauen mit 12,8 funktionsfähigen Gesäugekomplexen. Die Gesäugekomplexe der Versuchssauen waren zum Zeitpunkt des Ausstallens mit 83,0 % zu einem größeren prozentualen Anteil „sehr gut“ bis „mäßig“, im Gegensatz zum Gesäuge der Kontrollsauen mit 78,6 %, ausgeprägt.

Die mikrobiologische Analyse von Sauenmilch ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen der VG und KG. Es wurden hauptsächlich *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* und *Enterobacteriaceae* isoliert.

Die im Rahmen dieses Versuches ermittelten Ergebnisse zeigen, dass die Beifütterung von Ersatzmilch die Ferkel und ihre Muttersauen unterstützt. Trotz des hohen Leistungsniveaus der Sauen im Versuchsstall konnten die Leistungen aufrecht gehalten bzw. verbessert werden. Ein potentiell auftretender Mangel an Sauenmilch kann durch die Ferkel selbst über die Aufnahme von Milchaustauscher ausgeglichen werden. Die Nutzung einer automatischen Milchbeifütterung scheint für das in der aktuellen Studie untersuchte Milchsystem zudem hygienisch akzeptabel zu sein. Weiterhin ist die automatische Beifütterung von Ferkelmilch in der Abferkelbucht gesetzeskonform (TierSchNutzV §27 Abs1). Trotz allem ist zu beachten, dass die Anzahl der aufziehbaren Ferkel an der Sau von dem jeweiligen Stallmanagement abhängt.

7 Summary

Anna Josefine Pustal

Providing supplemental milk during lactation: Effects on sows' and piglets' health and performance

Large Animal Clinic for Theriogenology and Ambulatory Services, Faculty of Veterinary Medicine, University of Leipzig, Germany

Institute for Animal Hygiene, Animal Welfare and Farm Animal Behaviour, University of Veterinary Medicine Hannover, Germany

Submitted in February 2014

96 pages, 25 tables, 26 figures, 198 references, 7 pages appendix

Keywords: litter size, rearing, foster, milk replacer, suckling piglets

The aim of this study was to examine the effect of an automatic ad libitum offer of supplemental milk on weight gain, loss rate and the need of medical treatments of piglets. Furthermore, the influence of feeding supplemental milk on body condition of sows was tested. In addition, any effects of feeding supplemental milk on medical treatment, udder health and bacteria present in sows' milk were analysed. Moreover, the hygienic safety of the milk system was examined.

Experiments took place at the Research Centre Futterkamp of the Chamber of Agriculture Schleswig-Holstein in Germany over 15 batches between July 2011 and April 2012 in one herd. Therefore, the Supp-Le-Milk[®] system (Ltd. Boerries, Lindern, Germany) was installed in farrowing pens. For this study, 60 sows and their progeny (n=1,107 piglets) in the supplemented group (SGr), and 60 sows and their progeny (n=963 piglets) in the control group (CGr) were tested. In SGr, piglets had access to supplemental artificial milk in addition to sows' milk from the 2nd day of life until weaning (27th day of life). In addition, the SGr and the CGr received Prestarter from the 7th day of life. To test the effect of feeding supplemental milk on sows and their progeny by rearing a great number of piglets, SGr sows retained as many piglets as they had functional teats. For animal welfare and stable caused reasons, sows in CGr retained one piglet less than they had functional teats.

Effect on performance and health of piglets

Weight of piglets at weaning (SGr: 7.8 kg; CGr: 7.8 kg; p>0.05) as well as average daily weight gains (SGr: 0.25 kg; CGr: 0.25 kg; p>0.05) did not differ significantly between SGr and CGr, although the SGr had to raise one additional piglet. The standard deviation of weaning weights did not differ between both groups.

The occurrence of diarrhoea and the mortality rate showed no significant difference between SGr and CGr. Concerning documented medical treatments, facial lesions were less treated in SGr than in CGr. Per batch averagely 53.7 piglets had access to supplemental milk and drank averagely 8.9 (± 10.0) litres of supplemental milk per day. Intake of milk powder was significantly higher in the

“warm” (July to October 2011) than in the “cold” (October 2011 to April 2012) season. With intake of supplemented artificial milk average starter feed intake per batch increased significantly.

Effect on performance and health of sows

The sows of SGr weaned 13.5 piglets, and sows of CGr weaned 12.4 piglets. The total weaning weight of the litter was significantly higher in SGr than in CGr (SGr: 104.9 kg; CGr: 96.7 kg; $p < 0.05$). Losses of body condition score, of backfat thickness and body weight did not differ significantly between SGr and CGr. Duration of weaning-to-heat interval as well as return to estrus rate did not differ between both groups. With regard to shoulder lesions and medicament therapies no differences were observed. Within three days post partum, five sows of SGr and three sows of CGr became affected by the Postpartum-Dysgalactia-Syndrome. Between day 4 of lactation and weaning (day 27 of lactation) ten sows of SGr and 14 sows of CGr became affected with mastitis. At time of weaning, sows of SGr had significantly more functional mammary glands than sows of CGr. At time of weaning the sum of the percentage shares from middle- to high-grade udder development was higher with 83.0 % in supplemented than with 78.6 % in control sows. Microbiological analysis did not show any statistically significant differences in the occurrence of bacteria in sows' milk between SGr and CGr. The mainly isolated species belong to the families *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* and *Enterobacteriaceae*.

These results demonstrate that the provision of supplemental milk in addition to sows' milk supports the sows to raise more piglets. Despite the high performance level in the trial pen, performance was held at the same level or was even improved. In addition, a potential lack of sows' milk can be compensated by the piglets themselves. The use of an automatically offer of supplemental milk examined in this study seems to be hygienically acceptable. Moreover, it is compliant with animal welfare (TierSchNutzV §27 Abs1). However, it has to be noted that the number of piglets raised depends on the individual farming management.

8 Literaturverzeichnis

- Algers B, Jensen P. Communication during Suckling in the Domestic Pig - Effects of Continuous Noise. *Appl Anim Behav Sci.* 1985;14(1):49-61.
- Algers B, Jensen P. Teat Stimulation and Milk-Production during Early Lactation in Sows - Effects of Continuous Noise. *Can J Anim Sci.* 1991;71(1):51-60.
- Allen AD, Lasley JF. Milk Production of Sows. *J Anim Sci.* 1960;19(1):150-5.
- Alonso-Spilsbury M, Ramirez-Necoechea R, Gonzalez-Lozano M, Mota-Rojas D, Trujillo-Ortega ME. Piglet survival in early lactation: A review. *J Anim Vet Adv.* 2007;6(1):76-86.
- Andersen IL, Naevdal E, Boe KE. Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*). *Behav Ecol Sociobiol.* 2011;65(6):1159-67.
- Atil H, Grossman M, Takma C. Comparison of growth curve models on average and individual body weights in chickens. *Arch Geflugelkd.* 2007;71(1):1-5.
- Auldist D, Carlson D, Morrish L, Wakeford C, King R. The influence of suckling interval on milk production of sows. *J Anim Sci.* 2000;78(8):2026-31.
- Auldist D, Morrish L, Eason P, King R. The influence of litter size on milk production of sows. *Anim Sci.* 1998;67:333-7.
- Auldist D, Morrish L, Thompson M, King R. Response of sows to varying litter size. *Proc Nutr Soc Aust.* 1994;18:175.
- Awad Masalmeh M, Baumgartner A, Passering A, Silber R, Hinterdorfer F. Bakteriologische Untersuchungen bei an puerperaler Mastitis (MMA-Syndrom) erkrankten Sauen verschiedener Tierbestände Österreichs. *Tierärztl Umsch.* 1990;45:526-35.
- Azain M, Tomkins T, Sowinski J, Arentson R, Jewell D. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. *J Anim Sci.* 1996;74(9):2195-202.
- Baer C, Bilkei G. Ultrasonographic and gross pathological findings in the mammary glands of weaned sows having suffered recidiving mastitis metritisagalactia. *Reprod Domest Anim.* 2005;40(6):544-7.
- Bandrick M, Pieters M, Pijoan C, Molitor TW. Passive transfer of maternal *Mycoplasma hyopneumoniae*-specific cellular immunity to piglets. *Clin Vaccine Immunol.* 2008;15(3):540-3.

- Bardehle D, Preissler R, Lehmann J, Looft H, Kemper N. Analysis of fertility and performance parameters in piglet production considering partus induction, birth assistance and Mastitis-Metritis-Agalactia (MMA). *Zuechtungskunde*. 2012;84(4):293-306.
- Baumann S. Automatische Milchbeifütterung von Saugferkeln Teil 1: Gesundheits- und Leistungsmerkmale der Sauen und Ferkel. 2011 (zitiert vom 11.04.2013):1-3, <https://www.landwirtschaft-bw.info/servlet/PB/show/1317706_11/LSZ_Milchbeif%C3%BCtung1.pdf>.
- Baxter EM, Jarvis S, D'eath RB, Ross DW, Robson SK, Farish M, et al. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology*. 2008;69(6):773-83.
- Berg F, Gustafson U, Andersson L. The uncoupling protein 1 gene (UCP1) is disrupted in the pig lineage: a genetic explanation for poor thermoregulation in piglets. *PLoS Genet*. 2006;2(8):e129.
- Bertschinger HU. *Escherichia coli* infections. In: Straw BE, D'Allaire S, Mengeling WL, Taylor DJ, Hrsg. *Diseases of Swine*. 8. Aufl. Ames: Iowa State University Press; 1999. p. 431-68.
- Bertschinger HU, Burgi E, Eng V, Wegmann P. Reduction of the Incidence of Puerperal Mastitis in the Sow by Protection of the Mammary-Gland against Fecal Contamination. *Schweiz Arch Tierheilkd*. 1990;132(10):557-66.
- Beyga K, Rekiel A. The effect of the body condition of late pregnant sows on fat reserves at farrowing and weaning and on litter performance. *Arch Tierzucht*. 2010;53(1):50-64.
- Bilkei G. Einfache, praxisreife Methode für die Früherkennung des Metritis-Mastitis-Agalaktie-Komplexes in Schweinegrossbeständen. *Monatsh Veterinarmed*. 1990;45(24):882-4.
- Black J, Mullan B, Lorsch M, Giles L. Lactation in the Sow during Heat-Stress. *Livest Prod Sci*. 1993;35(1-2):153-70.
- Bøe K. The process of weaning in pigs: when the sow decides. *Appl Anim Behav Sci*. 1991;30(1-2):47-59.
- Bonde M. Herd- and sow level risk factors for shoulder ulcers in lactating sows. 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production; 24.-27. August 2009; Barcelona, Spain. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers; 2009. p. 113.
- Bostedt H, Maier G, Herfen K, Hospes R. Clinical examinations of gilts with puerperal septicemia and toxemia. *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere*. 1998;26(6):332-8.
- Boyd RD, Kensinger RS, Harrell RJ, Bauman DE. Nutrient uptake and endocrine regulation of milk synthesis by mammary tissue of lactating sows. *J Anim Sci*. 1995;73(Suppl 2):36-56.

- Boyd RD, Touchette KJ, Castro GC, Johnston ME, Lee KU, Han IK. Recent advances in amino acid and energy nutrition of prolific sows - Review. *Asian Austral J Anim.* 2000;13(11):1638-52.
- Bragulla H, Budras KD, Mülling C, Reese S, König HE. Allgemeine Körperdecke (Integumentum commune). In: König HE, Liebich HG, Hrsg. *Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis Band 2.* 1. Aufl. Stuttgart: Schattauer Verlagsgesellschaft mbH; 1999. p. 325-78.
- Brosnan JT, Wijekoon EP, Warford-Woolgar L, Trottier NL, Brosnan ME, Brunton JA, et al. Creatine synthesis is a major metabolic process in neonatal piglets and has important implications for amino acid metabolism and methyl balance. *J Nutr.* 2009;139(7):1292-7.
- Bruckmaier RM. Laktation. In: Engelhardt Wv, Hrsg. *Physiologie der Haustiere.* 3. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2010. p. 597-614.
- Büttner D. Body Condition Score der Zuchtsau. 2006 (zitiert vom 1.06.2011):1, <<http://www.landwirt.com/ez/index.php/filemanager/download/441/Konditionsbeurteilung%20Body%20Condition%20Score.pdf>>.
- Charette R, Bigras-Poulin M, Martineau G-P. Body condition evaluation in sows. *Livest Prod Sci.* 1996;46(2):107-15.
- Christensen RV, Aalbaek B, Jensen HE. Pathology of udder lesions in sows. *J Vet Med A.* 2007;54(9):491-3.
- Cloppenburg M. Ferkelerzeugung trotz gestiegener Erlöse nicht kostendeckend. 2012 (zitiert vom 2.04.2013):1, <<http://www.ami-informiert.de/ami-maerkte/ami-fleischwirtschaft/ami-meldungen-fleischwirtschaft/meldungen-single-ansicht/article/ferkelerzeugung-trotz-gestiegener-erloese-nicht-kostendeckend.html>>.
- Coffey R, Parker G, Laurent K. Assessing sow body condition. 1999 (zitiert vom 12.04.2013):1-2, <<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/asc/asc158/asc158.htm>>.
- Cole J, Close WH, Brooks PH, Hardy B. Hohe Absetzgewichte durch optimale Sauenfütterung. *NUTZTIERPRAXIS AKTUELL.* 2003;6:1-6.
- Dall'olio S, Fontanesi L, Tognazzi L, Buttazzoni L, Gallo M, Russo V. Association Analysis Between DNA Markers and Number of Functional Teats in Italian Large White Pigs. In: Pugliese A, Gaiti A, Boiti C, Hrsg. *Veterinary Science.* 1. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer Verlag; 2012. p. 181-5.
- Darragh AJ, Moughan PJ. The composition of Colostrum and Milk. In: Verstegen MWA, Moughan PJ, Schrama JW, Hrsg. *The lactating sow.* 1. Aufl. Wageningen, Netherlands: Wageningen Pers; 1998. p. 3-22.

- Davis ME, Maxwell CV, Brown DC, Johnson ZB, Touchette KJ, Coalson JA. Efficacy of milk replacer during lactation and to small pigs after weaning to enhance nursery performance. Research Series 499: Animal Science Department Report 2002. 2002:104-6.
- Devillers N, Farmer C, Le Dividich J, Prunier A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal*. 2007;1(7):1033-41.
- Dewey C, Wittum T, Hurd H, Dargatz D, Hill G. Herd- and litter-level factors associated with the incidence of diarrhea morbidity and mortality in piglets 4-14 days of age. *Swine health and production: the official journal of the American Association of Swine Practitioners (USA)*. 1995;3(3):105-12.
- Dinse D. Effekte der Fütterung von Natriumselenit und Selenhefe an Milchkühe auf immunologische Parameter in der Milch und Verfügbarkeit des Selens bei Verfütterung an Absetzferkel [Dissertation med. vet]. Berlin: Freie Univ. Berlin; 2010.
- DLG. Fütterung Ferkel. In: DLG-Arbeitskreis Futter und Fütterung, Hrsg. Empfehlung zur Sauen- und Ferkelfütterung. 1. Aufl. Frankfurt: DLG-Verlag; 2008. p. 33-53.
- Dourmad JY. Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. *Livest Prod Sci*. 1991;27(4):309-19.
- Dourmad JY, Etienne M, Noblet J. Measuring backfat depth in sows to optimize feeding strategy. *Prod Anim*. 2001;14(1):41-50.
- Dunshea F, Kerton D, Eason P, King R. Supplemental skim milk before and after weaning improves growth performance of pigs. *Aust J Agr Res*. 1999;50(7):1165-70.
- Dunshea FR. Sexual dimorphism in growth of sucking and growing pigs. *Asian Austral J Anim*. 2001;14(11):1610-5.
- Dunshea FR, Kerton DK, Cranwell PD, Campbell RG, Mullan BP, King RH, et al. Lifetime and post-weaning determinants of performance indices of pigs. *Aust J Agr Res*. 2003;54(4):363-70.
- Edwards SA, Lightfoot AL, Spechter HH. Effects of Farrowing Crate Design and Floor Type on Pig Performance and Leg and Teat Damage. *Anim Prod*. 1985;40:441-5.
- Eissen JJ, Apeldoorn EJ, Kanis E, Verstegen MWA, De Greef KH. The importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. *J Anim Sci*. 2003;81(3):594-603.
- Engels H. Ferkelaufzucht: Mit Beifütterung Sau und Ferkeln helfen. *Tiergesundheit aktuell*. 2011;03:2-5.

- Falkenberg H, Hammer H. Zur Geschichte und Kultur der Schweinezucht und -haltung 1. Mitteilung: Zur Domestikation und Verbreitung der Hausschweine in der Welt. Zuechtungskunde. 2006;78:55-68.
- Fan B, Onteru S, Du Z, Garrick D, Stalder K, Rothschild M. Genome-wide association study identifies Loci for body composition and structural soundness traits in pigs. Plos One. 2011;6:e14726.
- Farmer C, Robert S, Rushen J. Bromocriptine given orally to periparturient or lactating sows inhibits milk production. J Anim Sci. 1998;76(3):750-7.
- Farmer C, Sorensen MT, Petitclerc D. Inhibition of prolactin in the last trimester of gestation decreases mammary gland development in gilts. J Anim Sci. 2000;78(5):1303-9.
- Foisnet A, Farmer C, David C, Quesnel H. Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition. J Anim Sci. 2010;88(5):1672-83.
- Fontanesi L, Schiavo G, Galimberti G, Calo D, Scotti E, Martelli P, et al. A genome wide association study for backfat thickness in Italian Large White pigs highlights new regions affecting fat deposition including neuronal genes. BMC Genomics. 2012;13(1):583.
- Fontanesi L, Speroni C, Buttazzoni L, Scotti E, Dall'olio S, Nanni Costa L, et al. The insulin-like growth factor 2 (IGF2) gene intron3-g.3072G>A polymorphism is not the only Sus scrofa chromosome 2p mutation affecting meat production and carcass traits in pigs: evidence from the effects of a cathepsin D (CTSD) gene polymorphism. J Anim Sci. 2010;88:2235 - 45.
- Ford JA, Kim SW, Rodriguez-Zas SL, Hurley WL. Quantification of mammary gland tissue size and composition changes after weaning in sows. J Anim Sci. 2003;81(10):2583-9.
- Fraser D. A Review of the Behavioral Mechanism of Milk Ejection of the Domestic Pig. Appl Anim Ethol. 1980;6(3):247-55.
- Fraser D. Behavioural perspectives on piglet survival. J Reprod Fertil Suppl. 1990;40:355-70.
- Fraser D, Thompson BK. Armed Sibling Rivalry among Suckling Piglets. Behav Ecol Sociobiol. 1991;29(1):9-15.
- Furniss SJ. Measurement of Rectal Temperature to Predict Mastitis, Metritis and Agalactia (MMA) in Sows after Farrowing. Prev Vet Med. 1987;5(2):133-9.
- Gerjets I, Kemper N. Coliform mastitis in sows: A review. J Swine Health Prod. 2009;17(2):97-105.
- Gerjets I, Traulsen I, Reiners K, Kemper N. Assessing individual sow risk factors for coliform mastitis: A case-control study. Prev Vet Med. 2011;100(3-4):248-51.

Geyer H. Äußere Haut, Integumentum Commune. In: Salomon FV, Hrsg. Anatomie für die Tiermedizin. 2. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2008. p. 634-77.

Grosse Beilage T, Blaha T. Strategies to improve the survival rate and development of undersized piglets by means of a special milk replacer (Supp-Le-Milk®). Proceedings of the 14th International Congress of the International Society for Animal Hygiene (ISAH); 19.-23. Juli 2009; Vechta, Germany. Brno: Tribun EU; 2009. p. 51-4.

Grün D, Reiner G, Dzapo V. Untersuchungen über Rassenunterschiede in der Milchleistung beim Schwein I. Mitteilung: Methodik des maschinellen Milchentzuges und Milchmengenleistung. Reprod Domest Anim. 1993;28(1):14-21.

Hadina S, Pinter L, Uhitil S, Vucemilo M, Jaksic S. The assessment of gram-negative bacteria in the air of two swine nursery buildings. Vet Arhiv. 2009;79(3):219-27.

Halgaard C. Epidemiologic Factors in Puerperal Diseases of Sow. Nord Vet Med. 1983;35(4):161-74.

Hansen AV, Strathe AB, Kebreab E, France J, Theil PK. Predicting milk yield and composition in lactating sows: a Bayesian approach. J Anim Sci. 2012;90(7):2285-98.

Hansson M, Lundeheim N. Facial lesions in piglets with intact or grinded teeth. Acta Vet Scand. 2012;54:23-6.

Harrell RJ, J. TM, Boyd RD. Limitations of sow milk yield on baby pig growth. Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers; 19.-21. Oktober 1993; Rochester, USA. Ithaca: Cornell University; 1993. p. 156-64.

Hemsworth PH, Winfield CG, Mullaney PD. A study of the development of the teat order in piglets. Appl Anim Ethol. 1976;2(3):225-33.

Hermansson I, Larsson K, Backstrom L, Einarsson S. Agalactia post partum in sow - clinical-study. Nord Vet Med. 1978;30(11):465-73.

Herpin P, Damon M, Le Dividich J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. Livest Prod Sci. 2002;78(1):25-45.

Herskin MS, Bonde MK, Jorgensen E, Jensen KH. Decubital shoulder ulcers in sows: a review of classification, pain and welfare consequences. Animal. 2011;5(5):757-66.

Hühn U. Viel Platz an der Milchbar. BauernZeitung. 2010; 50. Woche 2010:44-6.

Hühn U. Zuchtarbeit trägt steigenden Anforderungen an die Gesäuge Rechnung. Schweinezucht aktuell. 2010(37):13-5.

- Hurley WL. Mammary gland growth in the lactating sow. *Livest Prod Sci.* 2001;70(1-2):149-57.
- Hurley WL, Doane RM, Odaybowman MB, Winn RJ, Mojonier LE, Sherwood OD. Effect of Relaxin on Mammary Development in Ovariectomized Pregnant Gilts. *Endocrinology.* 1991;128(3):1285-90.
- Iben B. Das Gesäuge der Sau Ontogenese, Anatomie und Histologie der Milchdrüse sowie angeborene und erworbene Anomalien der Zitze. *Grosstierpraxis.* 2003;4(12):16-22.
- Jackson PGG, Cockcroft PD. Population medicine. In: Jackson PGG, Cockcroft PD, Hrsg. *Handbook of Pig Medicine.* 1. Aufl. London, UK: Saunders; 2007. p. 16-48.
- Jensen P, Stangel G, Algers B. Nursing and Suckling Behavior of Semi-Naturally Kept Pigs during the 1st 10 Days Postpartum. *Appl Anim Behav Sci.* 1991;31(3-4):195-209.
- Jessen C. Wärmebildung: Wärmebilanz und Temperaturregulation. In: Engelhardt Wv, Breves G, Hrsg. *Physiologie der Haustiere.* 2. Aufl. Stuttgart: Enke; 2005. p. 446-60.
- Johansen M, Alban L, Kjaersgard HD, Baekbo P. Factors associated with suckling piglet average daily gain. *Prev Vet Med.* 2004;63(1-2):91-102.
- Jones GF. Genetic Aspect of Pig Domestication, Common Breeds and their Origin. In: Rothschild MF, Ruvinsky A, Hrsg. *The Genetic of the Pig.* 1. Aufl. Cambridge, UK: CABI; 1998. p. 17-50.
- Kamphues J, Coenen M, Kienzle E, Pallauf J, Simon O, Zentek J. *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung.* 10. Aufl. Alfeld-Hannover: M.& H. Schaper; 2004.
- Kauffold J, Gottschalk J, Schneider F, Beynon N, Wahner M. Effects of feeding level during lactation on FSH and LH secretion patterns, and follicular development in primiparous sows. *Reprod Domest Anim.* 2008;43(2):234-8.
- Kecman J. Untersuchungen zur Milchleistung der Sauen und Bewertung möglicher Einflussfaktoren. 18. Mitteldeutscher Schweine-Workshop zum Thema „Die leistungsfähige Sau“; 11.-12. Mai 2012; Bernburg, Deutschland. Bernburg: Hochschule Anhalt, FB Design; 2012.
- Kemper N, Bardehle D, Lehmann J, Gerjets I, Looft H, Preissler R. The role of bacterial pathogens in coliform mastitis in sows. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr.* 2013;126:130-6.
- Kemper N, Gerjets I. Bacteria in milk from anterior and posterior mammary glands in sows affected and unaffected by postpartum dysgalactia syndrome (PPDS). *Acta Vet Scand.* 2009;51:26–32.
- Kemper N, Preissler R. Bacterial flora on the mammary gland skin of sows and in their colostrum. *J Swine Health Prod.* 2011;19(2):112-5.

- Kensinger RS, Collier RJ, Bazer FW, Ducsay CA, Becker HN. Nucleic-Acid, Metabolic and Histological-Changes in Gilt Mammary Tissue during Pregnancy and Lactogenesis. *J Anim Sci.* 1982;54(6):1297-308.
- Kilbride AL, Mendl M, Statham P, Held S, Harris M, Cooper S, et al. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Prev Vet Med.* 2012;104(3-4):281-91.
- Kim JS, Jin DI, Lee JH, Son DS, Lee SH, Yi YJ, et al. Effects of teat number on litter size in gilts. *Anim Reprod Sci.* 2005;90(1-2):111-6.
- Kim SW, Easter RA. Nutrient mobilization from body tissues as influenced by litter size in lactating sows. *J Anim Sci.* 2001;79(8):2179-86.
- Kim SW, Easter RA, Hurley WL. The regression of unsuckled mammary glands during lactation in sows: The influence of lactation stage, dietary nutrients, and litter size. *J Anim Sci.* 2001;79(10):2659-68.
- Kim SW, Hurley WL, Han IK, Easter RA. Changes in tissue composition associated with mammary gland growth during lactation in sows. *J Anim Sci.* 1999;77(9):2510-6.
- Kim SW, Osaka I, Hurley WL, Easter RA. Mammary gland growth as influenced by litter size in lactating sows: Impact on lysine requirement. *J Anim Sci.* 1999;77(12):3316-21.
- Kim TH, Choi BH, Yoon DH, Park E, Jeon JT, Han JY, et al. Identification of quantitative trait loci (QTL) affecting teat number in pigs. *Asian Austral J Anim.* 2004;17(9):1210-3.
- King RH. Factors that influence milk production in well-fed sows. *J Anim Sci.* 2000;78(suppl 3):19-25.
- King RH, Boyce JM, Dunshea FR. Effect of supplemental nutrients on the growth performance of sucking pigs. *Aust J Agr Res.* 1998;49(5):883-7.
- King RH, Mullan BP, Dunshea FR, Dove H. The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livest Prod Sci.* 1997;47(2):169-74.
- Kleine Klausing H, Schaefer K, Lenz H. Fütterung und Fruchtbarkeit – Zuchtkondition. *Top Agrar.* 1998;12:4-7.
- Klobasa F, Werhahn E, Butler JE. Composition of sow milk during lactation. *J Anim Sci.* 1987;64(5):1458-66.
- Knoop S. Alle Ferkel brauchen ausreichend Milch. *Schweinezucht aktuell.* 2009;35:62-3.

- Knoop S. Einsatz von Ferkelammen. 2009 (zitiert vom 15.04.2013):1-6, <http://www.landwirtschaft-mlr.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB//show/1250224_11/LSZ_Ferkelammen.pdf>.
- Koketsu Y, Dial GD, Pettigrew JE, Marsh WE. Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. J Anim Sci. 1996;74(6):1202-10.
- Krieter J, Presuhn U. Genetic variation for MMA treatment. Zuchtungskunde. 2009;81(3):149-54.
- Landwirtschaftskammer S-H, Schweinespezialberatung S-HEV. Schweinereport 2011. 2012 (zitiert vom 26.11.2012):1-7, <http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Schweine/Schweinereport_2011.pdf>.
- Larsen I, Thorup F. The diagnosis of MMA. Proceedings of the 19th IPVS Congress; 16.-19. Juli 2006; Copenhagen, Denmark. Denmark: IPVS; 2006. p. 256.
- Larson G, Dobney K, Albarella U, Fang MY, Matisoo-Smith E, Robins J, et al. Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centers of pig domestication. Science. 2005;307(5715):1618-21.
- Le Dividich J, Herpin P, Rosario-Ludovino RM. Utilization of colostral energy by the newborn pig. J Anim Sci. 1994;72(8):2082-9.
- Le Dividich J, Rooke JA, Herpin P. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. J Agr Sci. 2005;143:469-85.
- Lehnert H. top- agrar-Umfrage: Wer liefert die besten Jungsauen? 2007 (zitiert vom 3.06.2013):4-9, <<http://bruns-vieh.de/app/download/3303601702/D%C3%A4nische+Jungsauen+-+Umfrageergebnis.pdf>>.
- Lewis AJ, Haught DG, Speer VC. Relationship between Yield and Composition of Sows Milk and Weight Gains of Nursing Pigs. J Anim Sci. 1978;47(3):634-8.
- Lingaas F, Ronningen K. Epidemiological and genetical studies in Norwegian pig herds. V. Estimates of heritability and phenotypic correlations of the most common diseases in Norwegian pigs. Acta Vet Scand. 1991;32(1):115-22.
- Lund MS, Puonti M, Rydhmer L, Jensen J. Relationship between litter size and perinatal and pre-weaning survival in pigs. Anim Sci. 2002;74:217-22.
- Macharia KOA. Sow Lactation: Colostrum and Milk Yield: a Review. J Anim Sci Adv. 2012;2(6):525-33.

- Maes DGD, Janssens GPJ, Delputte P, Lammertyn A, De Kruif A. Back fat measurements in sows from three commercial pig herds: relationship with reproductive efficiency and correlation with visual body condition scores. *Livest Prod Sci.* 2004;91(1–2):57-67.
- Marshall KM, Hurley WL, Shanks RD, Wheeler MB. Effects of suckling intensity on milk yield and piglet growth from lactation-enhanced gilts. *J Anim Sci.* 2006;84(9):2346-51.
- Martineau GP, Farmer C, Peltoniemi O. Mammary system. In: Zimmerman J, Karriker L, Ramirez A, Schwartz K, Stevenson G, Hrsg. *Diseases of swine.* 10. Aufl. West Sussex, UK: John Wiley & Sons; 2012. p. 270-93.
- Mcbride G. The “teat order” and communication in young pigs. *Anim Behav.* 1963;11(1):53-6.
- Mcphee CP, Daniels LJ. Effects of genotype, diet and sex on backfat depth in pigs measured physically at different carcass sites and ultrasonically at different liveweights. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 1991;31:761-4.
- Miller YJ, Collins AM, Smits RJ, Thomson PC, Holyoake PK. Providing supplemental milk to piglets preweaning improves the growth but not survival of gilt progeny compared with sow progeny. *J Anim Sci.* 2012;90(13):5078-85.
- Milligan BN, Fraser D, Kramer DL. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. *Appl Anim Behav Sci.* 2001;73(3):179-91.
- Milligan BN, Fraser D, Kramer DL. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behavior of low-birth-weight piglets in cross-fostered litters. *J Swine Health Prod.* 2001;9(4):161-6.
- Morkoc A, Backstrom L, Lund L, Smith A. Bacterial endotoxin in blood of dysgalactic sows in relation to microbial status of uterus, milk, and intestine. *J Am Vet Med Assoc.* 1983;183(7):786-9.
- Nielsen OL, Pedersen AR, Sørensen MT. Relationships between piglet growth rate and mammary gland size of the sow. *Livest Prod Sci.* 2001;67(3):273-9.
- Niggemeyer H. Ammenhaltung rettet Ferkelleben. 2008 (zitiert vom 12.04.2013):1-5, <http://www.broering.com/files/SUS_Artikel_Rescue_Deck_10_2008.pdf>.
- Noblet J, Dourmad JY, Etienne M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: modeling of energy requirements. *J Anim Sci.* 1990;68(2):562-72.
- Noblet J, Dourmad JY, Etienne M, Ledividich J. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. *J Anim Sci.* 1997;75(10):2708-14.
- Noblet J, Karege C, Dubois S, Van Milgen J. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. *J Anim Sci.* 1999;77(5):1208-16.

- Ogrady JF, Lynch PB, Kearney PA. Voluntary Feed-Intake by Lactating Sows. *Livest Prod Sci.* 1985;12(4):355-65.
- Okai DB, Aherne FX, Hardin RT. Effects of Creep and Starter Composition on Feed-Intake and Performance of Young Pigs. *Can J Anim Sci.* 1976;56(3):573-86.
- Pajor EA, Fraser D, Kramer DL. Consumption of Solid Food by Suckling Pigs - Individual Variation and Relation to Weight-Gain. *Appl Anim Behav Sci.* 1991;32(2-3):139-55.
- Pedersen ML, Moustsen VA, Nielsen MBF, Kristensen AR. Improved udder access prolongs duration of milk letdown and increases piglet weight gain. *Livest Sci.* 2011;140(1–3):253-61.
- Persson A. Clinical assessment of udder health status of sows at time of weaning with special reference to bacteriology and cytology in milk. *J Vet Med A.* 1997;44(3):143-58.
- Pettigrew JE, Sower AF, Cornelius SG, Moser RL. A comparison of isotope dilution and weigh-suckle-weigh methods for estimating milk intake by pigs. *Canadian journal of animal science.* 1985;65(4):989-92.
- Plonait H. Fieberhafte Allgemeinerkrankungen. In: Plonait H, Bickhardt K, Waldmann H, Hrsg. *Lehrbuch der Schweinekrankheiten.* 4. Aufl. Stuttgart: Parey im MVS; 2004. p. 93-110.
- Plonait H. Geburt, Puerperium und perinatale Verluste. In: Plonait H, Bickhardt K, Waldmann H, Hrsg. *Lehrbuch der Schweinekrankheiten.* 4. Aufl. Stuttgart: Parey im MVS; 2004. p. 471-512.
- Pluske JR, Dong GZ. Factors influencing the utilisation of colostrum and milk. In: Verstegen MW, Moughan PJ, Schrama JW, Hrsg. *The Lactating Sow.* 1 Aufl. Wageningen: Wageningen Pers; 1998. p. 45-70.
- Pluske JR, Fenton TW, Lorsch ML, Pettigrew JE, Sower AF, Aherne FX. A modification to the isotope-dilution technique for estimating milk intake of pigs using pig serum. *J Anim Sci.* 1997;75(5):1279-83.
- Pluske JR, Williams IH, Aherne FX. Nutrition of the neonatal pig. In: Varley MA, Hrsg. *The Neonatal Pig: Development and Survival.* Wallingford, Oxon, U.K.: CAB International; 1995. p. 187-235.
- Pluske JR, Williams IH, Zak LJ, Clowes EJ, Cegielski AC, Aherne FX. Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states: III. Milk production and pig growth. *J Anim Sci.* 1998;76(4):1165-71.
- Preissler R, Hinrichs D, Reiners K, Looft H, Kemper N. Estimation of variance components for postpartum dysgalactia syndrome in sows. *J Anim Breed Genet.* 2012;129(2):98-102.

- Puppe B, Tuchscherer A. The development of suckling frequency in pigs from birth to weaning of their piglets: a sociobiological approach. *Anim Sci.* 2000;71:273-9.
- Quesnel H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal.* 2011;5(10):1546-53.
- Quesnel H, Brossard L, Valancogne A, Quiniou N. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal.* 2008;2(12):1842-9.
- Quesnel H, Farmer C, Devillers N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livest Sci.* 2012;146(2-3):105-14.
- Quiniou N, Dagorn J, Gaudre D. Variation of piglets birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest Prod Sci.* 2002;78(1):63-70.
- Rainard P, Riollot C. Innate immunity of the bovine mammary gland. *Vet Res.* 2006;37(3):369-400.
- Ratliff B, Gaines A, Allee G, Coalson J. Interactive effects of milk supplementation and parity oil pre- and postweaning mortality and growth performance of piglets oil a commercial farm. *J Anim Sci.* 2005;83:81.
- Riewenherm G, Lake L, Sondermann S. Ferkelfütterung: Hoch verdaulich und schmackhaft. 2011 (zitiert vom 15.04.2013):1-6, <http://www.deutsche-tiernahrung.de/send_file.php/material/Sonderdruck_Ferkel_3_11_1.pdf>.
- Rooke JA, Bland IM. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livest Prod Sci.* 2002;78(1):13-23.
- Rosillon-Warnier A, Paquay R. Development and consequences of teat-order in piglets. *Appl Anim Behav Sci.* 1984;13(1-2):47-58.
- Ross RF, Orning AP, Woods RD, Zimmermann BJ, Cox DF, Harris DL. Bacteriologic Study of Sow Agalactia. *Am J Vet Res.* 1981;42(6):949-55.
- Rutherford K, Baxter E, Ask B, Berg P, D'eath R, Jarvis S, et al. The ethical and welfare implications of large litter size in the domestic pig: challenges and solutions. Danish Centre for Bioethics and Risk Assessment (CeBRA) and SAC (Scottish Agricultural College); 2011. Project Report No.: 17.
- Rzasa A, Poznański W, Pospieszny N, Zawada Z. New aspects of the anatomical structure of the sow's udder. 2005 (zitiert vom 26.10.2012):1-10, <<http://www.ejpau.media.pl/volume8/issue3/art-12.html>>.

Sandøe P, Rutherford K, Berg P. Large litter sizes – ethical challenges and ways of dealing with them in future breeding and management. 4th European Symposium of Porcine Health Management; 25.-27. April 2012; Bruges, Belgium. Bruges: European College of Porcine Health Management & European Association of Porcine Health Management; 2012. p. 74-6.

Schnorr B, Kressin M. Embryologie der Haustiere. 6. Aufl. Stuttgart: Enke in MVS; 2011.

Skok J, Brus M, Škorjanc D. Growth of piglets in relation to milk intake and anatomical location of mammary glands. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*. 2007;57(3):129-35.

Skorjanc D, Brus M, Potokar MC. Effect of birth weight and sex on pre-weaning growth rate of piglets. *Arch Tierzucht*. 2007;50(5):476-86.

Skorjanc D, Hohler M, Brus M. Effect of backfat loss during lactation on weaning-to-oestrus interval of sows at gonadotropin application. *Arch Tierzucht*. 2008;51(6):560-71.

Speer VC, Brown H, Quinn L, Catron DV. The cessation of antibody absorption in the young pig. *J Immunol*. 1959;83:632-4.

Spinka M, Illmann G, Algers B, Stetkova Z. The role of nursing frequency in milk production in domestic pigs. *J Anim Sci*. 1997;75(5):1223-8.

Stalljohann G. Hohe Futteraufnahmen erreichen! 2010 (zitiert vom 5.04.2013):1-4, <<http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/schweinehaltung/fuetterung/futteraufnahme-sauenhaltung.htm>>.

Taeubert H, Henne H. Große Würfe und wenig Ferkelverluste—ein erreichbares Zuchtziel beim Schwein? *Zuechtungskunde*. 2003;75(6):442-51.

Thaker MYC, Bilkei G. Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Anim Reprod Sci*. 2005;88(3-4):309-18.

Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV). Ausfertigungsdatum 2001. Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), zuletzt durch Artikel 4 der Verordnung vom 12. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4145) geändert.

Toner M, King R, Dunshea F, Dove H, Atwood C. The effect of exogenous somatotropin on lactation performance of first-litter sows. *J Anim Sci*. 1996;74(1):167-72.

Tuboly S, Bernath S. Intestinal absorption of colostral lymphoid cells in newborn animals. *Adv Exp Med Biol*. 2002;503:107-14.

Tuboly S, Bernath S, Glavits R, Medveczky I. Intestinal-absorption of colostral lymphoid-cells in newborn piglets. *Vet Immunol Immunop*. 1988;20(1):75-85.

- Tuchscherer M, Puppe B, Tuchscherer A, Tiemann U. Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology*. 2000;54(3):371-88.
- Udomprasert P, Poolperm P. An observational study on the pattern of P2 backfat change during sow reproductive cycle and its possible influences on lactation performance. *Proceedings of the 19th IPVS Congress*; 16.-19. Juli 2006; Copenhagen, Denmark. Denmark: IPVS; 2006. p. 257.
- Van Den Borne JJ, Westrom BR, Kruszewska D, Botermans JaM, Svendsen J, Wolinski J, et al. Exocrine pancreatic secretion in pigs fed sow's milk and milk replacer, and its relationship to growth performance. *J Anim Sci*. 2007;85(2):404-12.
- Vasdal G, Ostensen I, Melisova M, Bozdechova B, Illmann G, Andersen I. Management routines at the time of farrowing-effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows. *Livest Sci*. 2011;136(2-3):225-31.
- Wähner M, Scholz H, Kämmerer B. Beziehungen zwischen Futteraufnahme, Seitenspeckdicke und ausgewählten Merkmalen der Aufzuchtleistung laktierender Sauen. *Archiv für Tierzucht, Dummerstorf* 44 2001(6):639-48.
- Wang JF, Lundh T, Westrom B, Lindberg JE. The effect of complementary access to milk replacer to piglets on the activity of brush border enzymes in the piglet small intestine. *Asian Austral J Anim*. 2005;18(11):1617-22.
- Weary DM, Pajor EA, Thompson BK, Fraser D. Risky behaviour by piglets: A trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing? *Anim Behav*. 1996;51:619-24.
- Webb AJ. Objectives and strategies in pig improvement: An applied perspective. *J Dairy Sci*. 1998;81:36-46.
- Weber M. Aktuelle Fragen der Ferkelerzeugung und Schweinehaltung. LAF-Vortragstagung; 7. März 2012; Satteldorf, Deutschland.
- Weber M, Strack KE. Schweineproduktion. In: Weiß JW, Granz S, Pabst W, Hrsg. *Tierproduktion*. 14 Aufl. Stuttgart: Enke Verlag; 2011.
- Wendt K, Mielke H, Bostedt H. Gesäugekrankheiten des Schweins. In: Wendt K, Mielke H, Bostedt H, Hrsg. *Euter- und Gesäugekrankheiten* 1. Aufl. Jena, Stuttgart: Gustav Fischer Verlag; 1994.
- Whittemore CT, Schofield CP. A case for size and shape scaling for understanding nutrient use in breeding sows and growing pigs. *Livest Prod Sci*. 2000;65(3):203-8.
- Wiedmann R. Vitale Ferkel von gesunden Sauen - Prinzipien für den optimalen Wurfausgleich - Artikelserie „Vitale Ferkel von gesunden Sauen“ (Teil 1). 2012 (zitiert vom 15.04.2013):1-4, <<http://www.lsz-bw.de/pb/site/lel/get/documents/MLR.LEL/PB5Documents/lsz/pdf/v/vitale%20>

Ferkel%20von%20gesunden%20Sauen%20Teil%201.pdf>.

Wilde CJ, Addey CV, Boddy LM, Peaker M. Autocrine regulation of milk secretion by a protein in milk. *Biochem J.* 1995;305(1):51-8.

Wilde CJ, Knight CH, Flint DJ. Control of milk secretion and apoptosis during mammary involution. *J Mammary Gland Biol.* 1999;4(2):129-36.

Williams PP. Immunomodulating effects of intestinal absorbed maternal colostral leukocytes by neonatal pigs. *Can J Vet Res.* 1993;57(1):1-8.

Wolfram S, Scharrer E. Funktionen des Dünndarms und seiner Anhangsdrüsen. In: Engelhardt Wv, Hrsg. *Physiologie der Haustiere.* 3. Aufl. Stuttgart: Enke Verlag; 2009. p. 405-32.

Wolter B, Ellis M, Corrigan B, Dedecker J. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *J Anim Sci.* 2002;80(2):301-8.

Xu RJ, Wang F, Zhang SH. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livest Prod Sci.* 2000;66(2):95-107.

Yang H, Eastham PR, Phillips P, Whittemore CT. Reproductive performance, body weight and body condition of breeding sows with differing body fatness at parturition, differing nutrition during lactation, and differing litter size. *Anim Sci.* 1989;48(01):181-201.

Young MG, Tokach MD, Aherne FX, Main RG, Dritz SS, Goodband RD, et al. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *J Anim Sci.* 2004;82(10):3058-70.

Zak LJ, Cosgrove JR, Aherne FX, Foxcroft GR. Pattern of feed intake and associated metabolic and endocrine changes differentially affect postweaning fertility in primiparous lactating sows. *J Anim Sci.* 1997;75(1):208-16.

ZDS. Richtlinie für die Durchführung der Eber-Eigenleistungsprüfung auf Fleischleistung im Feld (Feldprüfung). 2005 (zitiert vom 12.03.2013):1, <www.zds-bonn.de/services/files/gesetzevo/rl_elp_feld05.pdf>.

Zurbrigg K. Sow shoulder lesions: Risk factors and treatment effects on an Ontario farm. *J Anim Sci.* 2006;84(9):2509-14.

9 Anhang

Anhang 1:

Milchaustauschfuttermittel für Ferkel

Supp-Le-Milk® (Fa. Boerries GmbH & Co. KG, Lindern, Deutschland)

(Ergänzungsfuttermittel)

analytische Bestandteile:

Rohprotein	24,00 %
Rohasche	6,70 %
Lysin	1,50 %
Rohfett	12,00 %
Rohfaser	0,01 %
Calcium	0,60%
Phosphor	0,45%
Methionin	0,46%
Natrium	0,56%

ernährungsphysiologische Zusatzstoffe/ kg:

55.000 I.E. Vitamin A (E672), 21.000 I.E. Vitamin D3 (E671), 110 mg Vitamin E, 150 mg Eisen (E1) als Eisen-2-sulfat Monohydrat, 0,3 mg Jod (E2) als Kaliumjodid, 160 mg Kupfer (E4) als Kupfer-2-sulfat, Pentahydrat, 40 mg Mangan (E5) als Mangansulfat, 200 mg Zink (E6) als Zinkoxid, 0,3 mg Selen (E8) als Natriumselenit

Künstliche Süßstoffe: 18 mg Saccharinnatrium (E954(iii))

Zusammensetzung (enthält Zusatzstoffvormischung):

Süßmolkenpulver, Pflanzenfett

Fütterungshinweis:

Ergänzungsfutter mit 120 g pro 1 Liter warmes Wasser (min. 50 °C - max. 55 °C) anrühren. Mehrmals täglich frisch anbieten. Dieses Ergänzungsfuttermittel darf wegen des gegenüber Alleinfuttermittel höheren Gehalts an Vitamin A, D3 und Spurenelementen nur bis zu 20 % der Tagesration verfüttert werden.

Anhang 2:Prestarter

Alleinfuttermittel für Ferkel ab 5,5 kg Lebendgewicht

Choice (DE) + Fructomix Mini-Pellets

Inhaltsstoffe:

Öle und Fette	8,50%
Asche	5,90%
Calcium	0,80%
Protein	24,00%
Lysin	1,65%
Phosphor	0,75%
Faser	2,20%
Methionin	0,54%
Natrium	0,28%

Zusammensetzung:

Molkenpulver, Weizen (aufgeschlossen), Sojabohne getoastet (GM^{*2}), Haferflocken, Heringsmehl, Gerste (aufgeschlossen), Mais (aufgeschlossen), Soja-Öl (GM^{*2}), Sachharose, Dicalcium Phosphat, Calcium Carbonat.

(GM^{*2}) hergestellt aus genetisch veränderten Sojabohnen

Zusatzstoffe je kg:

Vitamine: E672 Vitamin A 12500 iu, E671 Vitamin D3 2000 iu, 3a700, Vitamin E 250mg

Spurenelemente: Eisensulfate-Monohydrat (E1 Eisen-Fe) 666 mg, Calciumjodat wasserfrei (E2 Jod-I) 3,55 mg, Kupfersulfat-Pentahydrat (E4 Kupfer-Cu) 600 mg, Manganoxid (E5 Mangan-Mn) 105 mg, Zinkoxid (E6 Zink-Zn) 139 mg, Natriumselenit (E8 Selen-Se) 0,55 mg, 3b8.10 organische Selen 25 mg

Künstliche Süßstoffe: E954 (iii)-Natriumsaccharin 97,8 mg, E959-NHDC 0,19 mg

Antioxidationsmittel: E310 Propylgallat 1,0 mg, E324 Ethoxyquin 10 mg, 4d210 Benzoessäure (VevoVitall) 5000 mg. Zur Verwendung für Tiere bis 25 kg. Ergänzungsfuttermittel, die Benzoessäure enthalten, dürfen nicht als alleiniges Futter für Ferkel verwendet werden. Der

Zusatzstoff soll in Form einer Vormischung Bestandteil von Mischfuttermitteln sein. Im Hinblick auf die Anwendersicherheit sollten Maßnahmen ergriffen werden, um die Entstehung von einatembarem Staub durch diesen Wirkstoff zu minimieren (Sicherheitsdatenblätter verfügbar).

Bindemittel: E568 Klinoptilolith sedimentären Ursprungs 6 g

Enthält Fischmehl: Darf nicht an Wiederkäuer verfüttert werden.

Dieses Futter darf nur an Ferkel bis zum Höchstalter von 12 Wochen verfüttert werden.

Anhang 3:

Laktationsfutter A (Fa. ATR Landhandel, Ratzeburg, Deutschland)

SM Sau Lac FK 13,0

Alleinfuttermittel für säugende Sauen

Analytische Bestandteile und Gehalte:

17,0 % Rohprotein; 5,2 % Rohfett und -öle, 5,1 % Rohfaser; 5,6 % Rohasche; 0,85 % Calcium; 0,55 % Phosphor; 0,25 % Natrium; 1,00 % Lysin; 0,34 % Methionin; 13,0 MJ ME;

Zusatzstoffe:

Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe:

18000 I.E. Vitamin A aus E 672 Vitamin A; 2000 I.E. Vitamin D3 aus E671 Vitamin D3; 240 mg Eisen aus E1 (Eisen-Carbonat); 120 mg Vitamin E; 500 mg Biotin; 18 mg Kupfer aus E 4 (Kupfer-(2)-Sulfat, Pentahydrat); 0,48 mg Selen aus E8 (Natriumselenit); 72 mg Mangan aus E5 (Mangan-(2)-Oxid); 0,60 mg Kobalt aus E3 (Kobaltcarbonat); 9,60 mg Jod aus E2 (Calciumjodat); 132 mg Zink aus E6 (Zinkoxid);

Technologische Zusatzstoffe: Calciumformiat (E238);

Zootechnische Zusatzstoffe: 500 FTU 3-Phytase (EC 3.1.3.8) (E1600);

Zusammensetzung:

30,02 % Weizen gereinigt, 26,40 % Gerste gereinigt; 16,2 % Sojaextraktionsschrot^{*1}; 5,00 % Gerste, Geq.; 5,00 % Weizenkleie; 5,00 % Trockenschnitzel; 2,50 % Sojaöl^{*1}; 2,30 % Sonnenblumenextraktionsschrot; 2,00 % Leinsaat/Gerste extrudiert; 1,00 % Sojaschalen^{*1}; 0,86 % Monocalciumphosphat; 0,55 % Viehsalz; 0,54 % Calciumcarbonat; 0,30 % Lignocellulose; 0,10 % Magnesiumsulfat

^{*1}) =aus genetisch verändertem Sojabohnen hergestellt

Tragendfutter A (Fa. ATR Landhandel, Ratzeburg, Deutschland)

SM Sau NT FK 12,2

Alleinfuttermittel für tragende Sauen

Analytische Bestandteile und Gehalte:

14,0 % Rohprotein; 3,7 % Rohfett und -öle, 6,3 % Rohfaser; 5,1 % Rohasche; 0,7 % Calcium; 0,48 % Phosphor; 0,25 % Natrium; 0,70 % Lysin; 0,25 % Methionin; 12,2 MJ ME;

Zusatzstoffe:

Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe:

15000 I.E. Vitamin A aus E672 Vitamin A; 1700 I.E. Vitamin D3 aus E671 Vitamin D3; 200 mg Eisen aus E1 (Eisen-Carbonat); 75 mg Vitamin E; 400 mg Biotin; 15 mg Kupfer aus E 4 (Kupfer-(2)-Sulfat, Pentahydrat); 0,40 mg Selen aus E8 (Natriumselenit); 60 mg Mangan aus E5 (Mangan-(2)-Oxid); 0,50 mg Kobalt aus E3 (Kobaltcarbonat); 8,00 mg Jod aus E2 (Calciumjodat); 110 mg Zink aus E6 (Zinkoxid);

Zootechnische Zusatzstoffe: 500 FTU 3-Phytase (EC 3.1.3.8) (E1600);

Zusammensetzung:

57,89 % Gerste gereinigt; 10,00 % Gerste, Gen.; 8,3% Sojaextraktionsschrot^{*1}; 8,2 % Trockenschnitzel; 7,00 % Weizenkleie; 3,00 % Sonnenblumenextraktionsschrot; 1,00 % Leinsaat/Gerste extrudiert; 1,00 % Sojaschalen^{*1}; 0,80 Sojaöl^{*2}; 0,61 % Monocalciumphosphat; 0,52 % Viehsalz; 0,67 % Calciumcarbonat;

^{*1}) =aus genetisch verändertem Sojabohnen hergestellt

Laktationsfutter B (Fa. Trede & von Pein, Dammfleth, Deutschland)

SM Vital Säugend 13,2 Mehl

Alleinfuttermittel für säugende Sauen

Zusammensetzung:

Weizen, Soja(bohnen)extraktionsschrot dampferhitzt, Gerste, Weizenkleie, Soja(bohnen)schalen*¹, Melasseschnitzel, Sojaöl*¹, Calciumcarbonat, Zuckerrohrmelasse, Futterzucker, Fischöl, Monocalciumphosphat, Calciumformiat, Natriumchlorid, Magnesiumoxid, Magnesiumphosphat, Mono-Dicalciumphosphat

*¹) =aus genetisch verändertem Sojabohnen hergestellt

Analytische Bestandteile:

17,00 % Rohprotein, 4,50 % Rohfett, 5,00 % Rohfaser, 6,00 % Rohasche, 0,95 % Lysin, 0,26 % Methionin, 13,20 MJ ME/kg, 0,80 % Calcium, 0,55 % Phosphor, 0,20 % Natrium

Zusatzstoffe je kg:

Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe:

10.000 I.E. Vitamin A als Vitamin A-Präparat E672, 2.000 I.E: Vitamin D als Vitamin D3 E671, 80 mg Vitamin E als Vitamin E (dl-a Tocopherolacetat), 160,0 mg Eisen als Eisen (2)sulfat, Monohydrat E 1, 5,0 mg Jod als Kaliumjodid E2, 15 mg Kupfer als Kupfer(2)sulfat, Pentahydrat E 4, 40,0 mg Mangan als Mangan(2)oxid E 5, 0,3 mg Selen als Natriumselenit E8, 100,0 mg Zink als Zinksulfat, Monohydrat E6

Zootechnische Zusatzstoffe: 500 FTU-3Phytase EC 3.1.3.8 4a1600

Antioxidantien:

0,25 mg Butylhydroxytoluol (BHT) E321, 0,19 mg Ethoxyquin E324, 0,13 mg Propylgallat E310

QS-Futtermittel für säugende Sauen

Tragendfutter B (Fa. Trede & von Pein, Dammfleth, Deutschland)

SM Vital tragend 12,2 gepr.

Alleinfuttermittel für tragende Sauen

Zusammensetzung:

Gerste, Weizen, Weizenkleie, Soja(bohnen)extraktionsschrot dampferhitzt, Soja(bohnen)schalen*¹, Melasseschnitzel, Sojaöl*¹, Zuckerrohrmelasse, Calciumcarbonat, Futterzucker, Fischöl, Natriumbicarbonat, Monocalciumphosphat, Magnesiumphosphat,

*¹) =aus genetisch verändertem Sojabohnen hergestellt

Analytische Bestandteile:

14,00 % Rohprotein, 4,50 % Rohfett, 7,00 % Rohfaser, 6,00 % Rohasche, 0,62 % Lysin. 0,23 % Methionin, 12,20 MJ ME/kg, 0,65 % Calcium , 0,55 % Phosphor, 0,25 % Natrium

Zusatzstoffe je kg:

Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe:

10.000 I.E. Vitamin A als Vitamin A-Präparat E672, 2.000 I.E: Vitamin D als Vitamin D3 E671, 80 mg Vitamin E als Vitamin E (dl-a Tocopherolacetat), 160,0 mg Eisen als Eisen (2)sulfat, Monohydrat E 1, 5,0 mg Jod als Kaliumjodid E2, 15 mg Kupfer als Kupfer(2)sulfat, Pentahydrat E 4, 40,0 mg Mangan als Mangan(2)oxid E 5, 0,3 mg Selen als Natriumselenit E8, 100,0 mg Zink als Zinksulfat, Monohydrat E6

Zootechnische Zusatzstoffe: 500 FTU-3Phytase EC 3.1.3.8 4a1600

Antioxidantien:

0,28 mg Butylhydroxytoluol (BHT) E321, 0,24 mg Ethoxyquin E324, 0,17 mg Propylgallat E310

QS-Futtermittel für tragende Sauen

10 Danksagung

Hiermit möchte ich mich bei allen herzlich bedanken, die mich bei der Entstehung dieser Dissertation unterstützt und geholfen haben:

Mein besonderer Dank gilt meiner Doktormutter Frau Prof. Kemper für die Überlassung des Promotionsthemas, für ihre hervorragende Betreuung, der allzeit gewährten Hilfe sowie die freundliche und fachliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit. Ganz besonders möchte ich mich zudem für das kritische und genaue Korrekturlesen bedanken.

Herrn Prof. Kauffold danke ich für die fachliche Unterstützung an der Universität Leipzig.

Weiterhin gilt mein Dank speziell Dr. Imke Traulsen, die bei statistischen Fragestellungen und auch bei sonstigen die wissenschaftliche Arbeit betreffenden Fragen immer ein offenes Ohr für mich hatte.

Der Firma Boerries danke ich für die großzügige finanzielle Unterstützung dieser Arbeit.

Herrn Dr. Thomas große Beilage danke ich für die fachliche Betreuung des Projektes.

Weiterhin gilt mein Dank auch Frau Karin Müller, die mich im Besonderen bei der praktischen Durchführung des Projektes im Lehr- und Versuchsgut Futterkamp betreute.

Bei meinem elfmonatigen praktischen Versuch auf dem LVZ Futterkamp haben mich freundlich aufgenommen, unterstützt und begleitet sowie an gesellschaftlichen Ereignissen teil haben lassen: Christian Meier, Robert Kranz, Harm Kruse, Jens Peter, Rüdiger Janicke, Friedhelm Brauer, Sven Schulte-Steinberg und Christine Pollmann!

Zudem möchte ich mich ganz herzlich bei den Mitarbeitern der Professur für Hygiene und Reproduktionsphysiologie in der Nutztierhaltung für eine herzliche Aufnahme in die Arbeitsgruppe und die vielen netten gemeinsamen Mittagspausen und sonstigen Aktivitäten bedanken: Nicole Kemper, Regina Stilzebach, Anja Blasse, Regine Preissler, Danilo Bardehle, Jörg Lehmann, Torsten Lühe und Kerstin Wicha.

Mein ganz besonderer Dank gilt zudem meinen Eltern, meiner Schwester, meinen Großeltern und meinem Lebenspartner, die mich immer unterstützen.